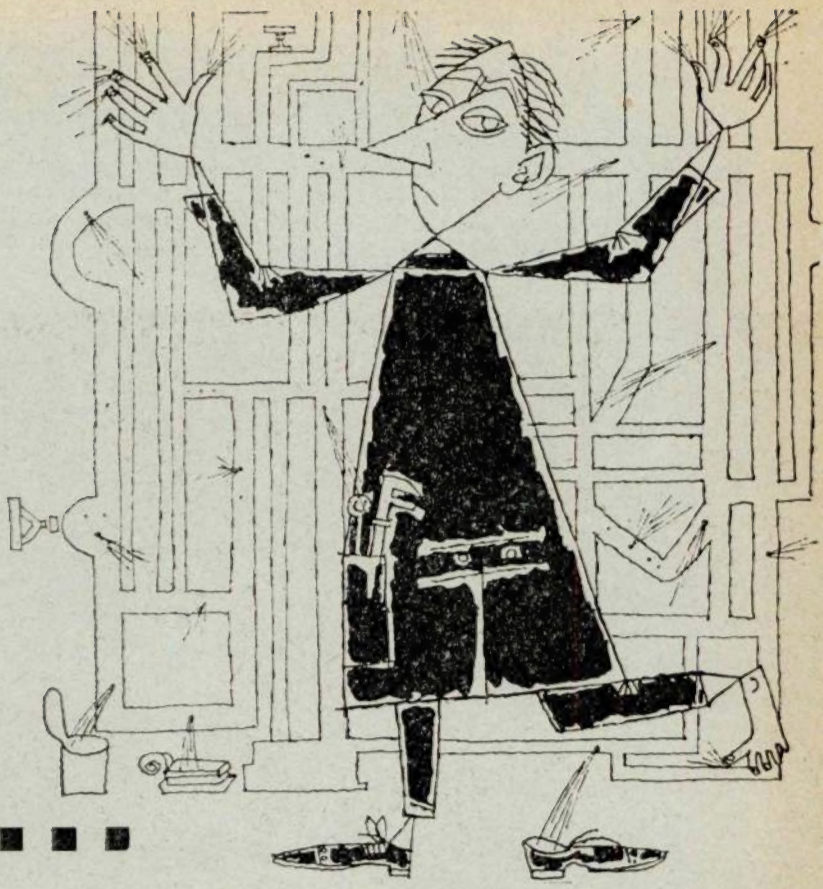
1000 mãos não bastam...



para remediar os estragos que a corrosão pelo oxigénio pode provocar nas tubagens de água e vapor.

Na maioria dos casos, as corrosões que atacam e consomem literalmente o ferro das caldeiras e instalações anexas, são originadas pelo oxigénio em conjunto com o anidrido carbónico.
Ataque o mal pela raiz:

Proteja a sua instalação com Hidrato de Hidrazina Bayer ($N_2H_4 \cdot H_2O$)

1863 BAYER 1963

S.A.R.L. QUIMICOR

LISBOA - R. Sociedade Farmacêutica, 3
Tel. 555496 - 555893
PORTO - R. de Santos Pousada, 441
Tel. 54141

2532

5 — DETERMINAÇÃO DA TRANSFORMADA INVERSA DE $\overline{T}_1(a, p)$

5.1 — Aplicação da fórmula de inversão — A temperatura que pretendemos determinar $T_2(t) = T_1(a, t)$ é transformada inversa de $\overline{T}_1(a, p)$. Para simplificar, passamos a chamar, simplesmente, para $r = a$: $\overline{T}_1(a, p) = \overline{T}_1(p)$.

A transformada inversa é dada pela fórmula de inversão de Mellin-Fourier:

$$T_1(a, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma - i\infty}^{\gamma + i\infty} e^{pt}\, \overline{T}_1(p)\, dp \tag{21}$$

sendo o contorno de integração uma recta que liga os pontos $(\gamma - i\infty)$ e $(\gamma + i\infty)$ e sendo $\gamma > 0$ suficientemente grande para que todas as singularidades de $\overline{T}_1(p)$ fiquem situadas à esquerda daquela recta (fig. 2).

Desde que sejam satisfeitas as duas condições i) e ii) abaixo indicadas, conclui-se, pelo teorema dos resíduos, que o contorno $(\gamma - i\infty, \gamma + i\infty)$ pode ser substituído pelo contorno C, com o sentido indicado na fig. 2. O contorno C é constituído por uma pequena circunferência em torno da origem, prolongada para a esquerda por duas semi-rectas paralelas ao eixo real.

Condição i): que seja nulo o integral $\int e^{pt}\, \overline{T}_1(p)\, dp$, calculado ao longo dum contorno formado por arcos de circunferência de raio infinito, unindo o contorno $(\gamma - i\infty, \gamma + i\infty)$ com o contorno C (fig. 2).

Condição ii): que todas as singularidades de $\overline{T}_1(p)$ fiquem situadas na parte negativa do eixo real ou na origem.

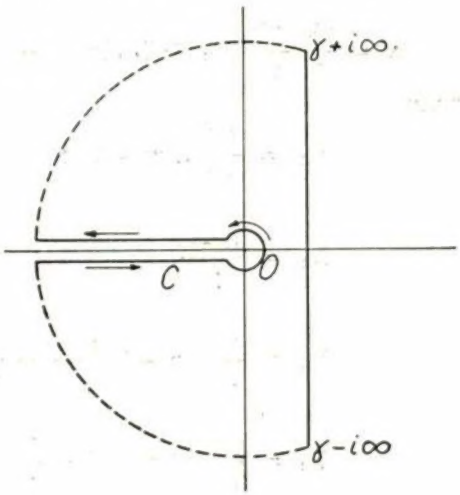


Fig. 2

A função $\overline{T}_1(p)$ satisfaz às duas condições, o que aliás acontece normalmente em problemas de condução de calor deste tipo envolvendo meios semi-infinitos (veja-se ref. 1, págs. 304 e 340).

Para efectuar o cálculo do integral de:

$$T_1(a, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_C e^{pt}\, \overline{T}_1(p)\, dp \tag{22}$$

vamos seguir o método empregado por Carslaw e Jaeger [ref. 1, pág. 340], desenvolver $T_1(p)$ em série de potências crescentes de p e integrar a série termo a termo, admitindo a validade do processo. Vamos assim obter $T_1(a, t)$ sob a forma duma série tanto mais ràpidamente convergente quanto maior o valor do tempo.

5.2 — Desenvolvimento em série de $\overline{T}_1(a, p)$ — Vamos utilizar os desenvolvimentos das funções de Bessel em séries de potências crescentes de z, válidos para qualquer valor de z real ou complexo:

$$I_0(z) = 1 + \frac{z^2}{4} + \frac{z^4}{64} + \ldots$$

$$I_1(z) = \frac{z}{2} + \frac{z^3}{16} + \frac{z^5}{384} + \ldots$$

$$K_0(z) = -\ln\left(\frac{Cz}{2}\right) + \frac{z^2}{4}\left[1 - \ln\left(\frac{Cz}{2}\right)\right] + \ldots$$

$$K_1(z) = \frac{1}{z} + \frac{z}{2}\left[\ln\left(\frac{Cz}{2}\right) - \frac{1}{2}\right] + \ldots$$

em que $\ln C = \gamma = 0{,}5772 \ldots$ é a constante de Euler.

Para encurtar as expressões, vamos utilizar a seguinte notação:

$$\frac{Ca^2 p}{4\alpha} = x \qquad (23)$$

$$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{k}{k_1}\right) = l \qquad (24)$$

$$\ln \left(\frac{b}{a}\right) = m \qquad (25)$$

$$\pi a^2 \rho_1 c_1 = \beta \qquad (26)$$

$$\pi a^2 \rho_2 c_2 = \gamma \qquad (27)$$

$$\pi b^2 \rho c = \delta \qquad (28)$$

$$\pi (b^2 - a^2) \rho_1 c_1 = \varepsilon \qquad (29)$$

Introduzindo as expressões acima em (18), (19) e (20) e simplificando, chegamos a:

$$\mathfrak{C} = \frac{Q}{P} \frac{1}{\Delta} \left[(A_{co} + B_{co} \ln x) + p (A_{c1} + B_{c1} \ln x + C_{c1} \ln^2 x) + \ldots \right] \qquad (30)$$

sendo:

$$A_{co} = \frac{1}{b} \left[k_1 m - k (m + l) \right] \qquad (30.a)$$

$$B_{co} = \frac{k_1 - k}{2b} \qquad (30.b)$$

$$A_{c1} = \frac{b}{4} \left[(m-1) \left(\frac{k_1}{\alpha} - \frac{k}{\alpha_1}\right) + 2m \left(m + l - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{k_1}{\alpha_1} - \frac{k}{\alpha}\right) + \frac{k}{\alpha} - \frac{kl}{\alpha_1} \right] \qquad (30.c)$$

$$B_{c1} = \frac{b}{4} \left[\left(2m + l - \frac{1}{2}\right) \left(\frac{k_1}{\alpha_1} - \frac{k}{\alpha}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{k_1}{\alpha} - \frac{k}{\alpha_1}\right) \right] \qquad (30.d)$$

$$C_{c1} = \frac{b}{8} \left(\frac{k_1}{\alpha_1} - \frac{k}{\alpha}\right) \qquad (30.e)$$

$$D = \frac{Q}{P} \frac{1}{\Delta} \left[A_{Do} + p (A_{D1} + B_{D1} \ln x) + \ldots \right] \qquad (31)$$

sendo:

$$A_{Do} = -\frac{k}{b} \qquad (31.a)$$

$$A_{D1} = -\frac{bk}{4\alpha_1} - \frac{bk}{4\alpha} (2m - 1) + \frac{k_1 b m}{2\alpha_1} \qquad (31.b)$$

$$B_{D1} = \frac{b}{4} \left(\frac{k_1}{\alpha_1} - \frac{k}{\alpha}\right) \qquad (31.c)$$

$$\Delta = A_{\Delta_o} + p (A_{\Delta_1} + B_{\Delta 1} \ln x) + \ldots \qquad (32)$$

sendo:

$$A_{\Delta_o} = -\frac{2\pi k k_1}{b} \qquad (32.a)$$

$$A_{\Delta_1} = \frac{k}{b} \left[\beta m + \gamma m \left(\frac{k_1}{k} - 1\right) + \varepsilon \left(\frac{k_1}{k} m - \frac{1}{2}\right) + \frac{\delta k_1}{k} \left(\frac{1}{2} - m\right) \right] \qquad (32.b)$$

$$B_{\Delta_1} = \frac{k_1}{2b} (\gamma + \varepsilon - \delta) \qquad (32.c)$$

Podemos substituir na equação (11) os valores de C e D obtidos. Fazendo $r = a$ e depois de se desenvolver em série $I_0(q_1 a)$ e $K_0(q_1 a)$, obtém-se:

$$\overline{T}_1(a,p) = C I_0(q_1 a) + D K_0(q_1 a)$$

ou

$$\overline{T}_1(a,p) = \frac{Q}{P} \frac{(A_{T0} + B_{T0} \ln x) + p(A_{T1} + B_{T1} \ln x + C_{T1} \ln^2 x) + \ldots}{A_{\Delta_0} + p(A_{\Delta_1} + B_{\Delta_1} \ln x) + \ldots} \tag{33}$$

sendo:

$$A_{T0} = A_{C0} - l A_{D0} = \frac{m}{b}(k_1 - k) \tag{33.a}$$

$$B_{T0} = B_{C0} - \frac{1}{2} A_{D0} = \frac{k_1}{2b} \tag{33.b}$$

$$A_{T1} = A_{C1} + \frac{a^2}{4\alpha_1} A_{C0} - l A_{D1} + (1-l) \frac{a^2}{4\alpha_1} A_{D0} \tag{33.c}$$

$$B_{T1} = B_{C1} + \frac{a^2}{4\alpha_1} B_{C0} - \frac{A_{D1}}{2} - \frac{a^2}{8\alpha_1} A_{D0} - l B_{D1} = \frac{bm}{4}\left(\frac{k_1}{\alpha_1} - \frac{k}{\alpha}\right) - \frac{b}{8}\left(\frac{k_1}{\alpha} + \frac{k_1}{\alpha_1}\right) + \frac{a^2}{8b}\frac{k_1}{\alpha_1} \tag{33.d}$$

$$C_{T1} = C_{C1} - \frac{1}{2} B_{D1} = 0 \tag{33.e}$$

Na expressão de $\overline{T}_1(a,p)$ em (33), a fracção do 2.º membro é da forma $\dfrac{a + bp + \ldots}{c + dp + \ldots}$ que pode ser desenvolvida numa série de potências de p de expoente crescente (para valores de p que não anulem o denominador e, por isso, válido para o contorno C da fig. 2):

$$\frac{a + bp + \ldots}{c + dp + \ldots} = \frac{a}{c} + \frac{1}{c}\left(b - \frac{ad}{c}\right) p + \ldots$$

Aplicando este método à equação (33), obtém-se:

$$\overline{T}_1(a,p) = \frac{Q}{P}\left[(A_0 + B_0 \ln x) + p(A_1 + B_1 \ln x + C_1 \ln^2 x) + \ldots\right] \tag{34}$$

sendo

$$A_0 = \frac{A_{T0}}{A_{\Delta_0}} = \frac{m}{2\pi}\left(\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k}\right) \tag{34.a}$$

$$B_0 = \frac{B_{T0}}{A_{\Delta_0}} = -\frac{1}{4\pi k} \tag{34.b}$$

$$A_1 = \frac{A_{T1}}{A_{\Delta_0}} - \frac{A_{T0} A_{\Delta 1}}{A^2_{\Delta_0}} \tag{34.c}$$

$$B_1 = \frac{B_{T1}}{A_{\Delta_0}} - \frac{A_{T0} B_{\Delta 1} + B_{T0} A_{\Delta 1}}{A^2_{\Delta_0}} \tag{34.d}$$

$$C_1 = \frac{C_{T1}}{A_{\Delta_0}} - \frac{B_{T0} B_{\Delta 1}}{A^2_{\Delta_0}} = -\frac{B_{T0} B_{\Delta 1}}{A^2_{\Delta_0}} \tag{34.e}$$

5.3 — **Cálculo da transformada inversa** — Podemos agora substituir (34) em (22) e obtemos:

$$T_2(t) = T_1(a,t) = \frac{Q}{2\pi i} \int_C e^{pt}\left(\frac{A_0}{p} + B_0 \frac{\ln x}{p} + A_1 + B_1 \ln x + C_1 \ln^2 x\right) dp \tag{35}$$

Para o cálculo de (35) utilizamos os seguintes valores [ref. 1]:

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C \frac{e^{pt}}{p}\,dp = 1$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C \frac{e^{pt}\ln(kp)}{p}\,dp = -\ln\left(\frac{Ct}{k}\right)$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C e^{pt}\,dp = 0$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C e^{pt}\ln(kp)\,dp = -\frac{1}{t}$$

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C e^{pt}\ln^2(kp)\,dp = \frac{2}{t}\ln\left(\frac{Ct}{k}\right)$$

sendo k uma constante arbitrária e $\ln C = \gamma = 0{,}5772\ldots$ é a constante de Euler.

Podemos, pois, escrever:

$$T_2(t) = Q\left[A_0 - B_0\ln\left(\frac{4\alpha t}{Ca^2}\right) - \frac{B_1}{t} + \frac{2C_1}{t}\ln\left(\frac{4\alpha t}{Ca^2}\right) + \ldots\right] \tag{36}$$

ou, introduzindo os valores de A_0 e B_0 dados por (34.a) e (34.b), obtemos:

$$T_2(t) = Q\left[\frac{m}{2\pi}\left(\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k}\right) + \frac{1}{4\pi k}\ln\left(\frac{4\alpha t}{Ca^2}\right) - \frac{B_1}{t} + \frac{2C_1}{t}\ln\left(\frac{4\alpha t}{Ca^2}\right) + \ldots\right] \tag{37}$$

6 — CONCLUSÃO

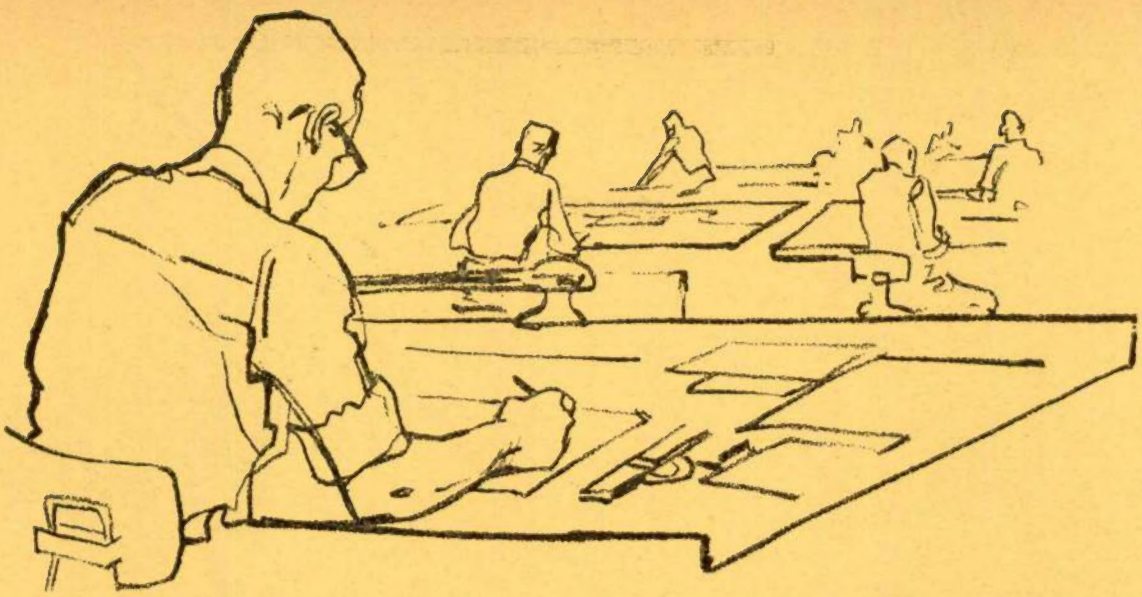
6.1 — Os terceiro e quarto termos do parêntesis recto de (36) ou de (37) tendem para zero à medida que t aumenta e podem desprezar-se a partir dum valor de t que depende do grau de aproximação requerido e das constante geométricas e físicas do sistema. Conclui-se que a curva de T_2 em função de ln t tendo para uma recta de inclinação $Q/4\pi k$.

6.2 — No caso de o meio 1 não existir, é $b = a$ e as constantes da equação (36) tomam valores mais simples, que se deduzem fàcilmente a partir de (34.a) a (34.e):

$$A_0 = 0,\quad B_0 = -\frac{1}{4\pi k},\quad B_1 = -\frac{a^2\rho c}{8\pi k^2},\quad C_1 = \frac{a^2(\rho c - \rho_2 c_2)}{16\pi k^2}$$

6.3 — No caso de existir uma resistência à passagem do calor na superfície de separação entre o meio 2 e o meio exterior, tudo se passa como se o meio 1 se reduzisse a uma película de espessura $(b-a)$ e condutibilidade térmica k_1 infinitamente pequenas e tais que $\lim\limits_{\substack{(b-a)\to 0\\ k_1\to 0}} \frac{(b-a)}{k_1} = 2\pi a R$ sendo R a resistência térmica por unidade de comprimento do cilindro. Fàcilmente se mostra que é $\lim \frac{m}{k_1} = 2\pi R$, $\lim \frac{\varepsilon}{k_1} = 4\pi^2 a^2 \rho_1 c_1 R$, etc. e as expressões das constantes de (34.a) a (34.e) tomam, no limite os valores:

$$A_0 = R,\quad B_0 = -\frac{1}{4\pi k},\quad B_1 = -\frac{a^2}{8\pi k\alpha} + \frac{a^2 R\rho_2 c_2}{2\alpha\rho c},\quad C_1 = \frac{a^2(\rho c - \rho_2 c_2)}{16\pi k^2}$$



CATERPILLAR* + S.T.E.T.

O BINÓMIO MAIS VANTAJOSO PARA QUALQUER PROBLEMA DE

MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS

CATERPILLAR* O fabricante mais especializado, em todo o mundo, de tractores de rasto e de rodas, pás mecânicas de rasto e rodas (traxcavators*), motoniveladoras, moto-scrapers, escarificadores, "bulldozers", motores industriais e marítimos, grupos electrogéneos.

S.T.E.T.

SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.

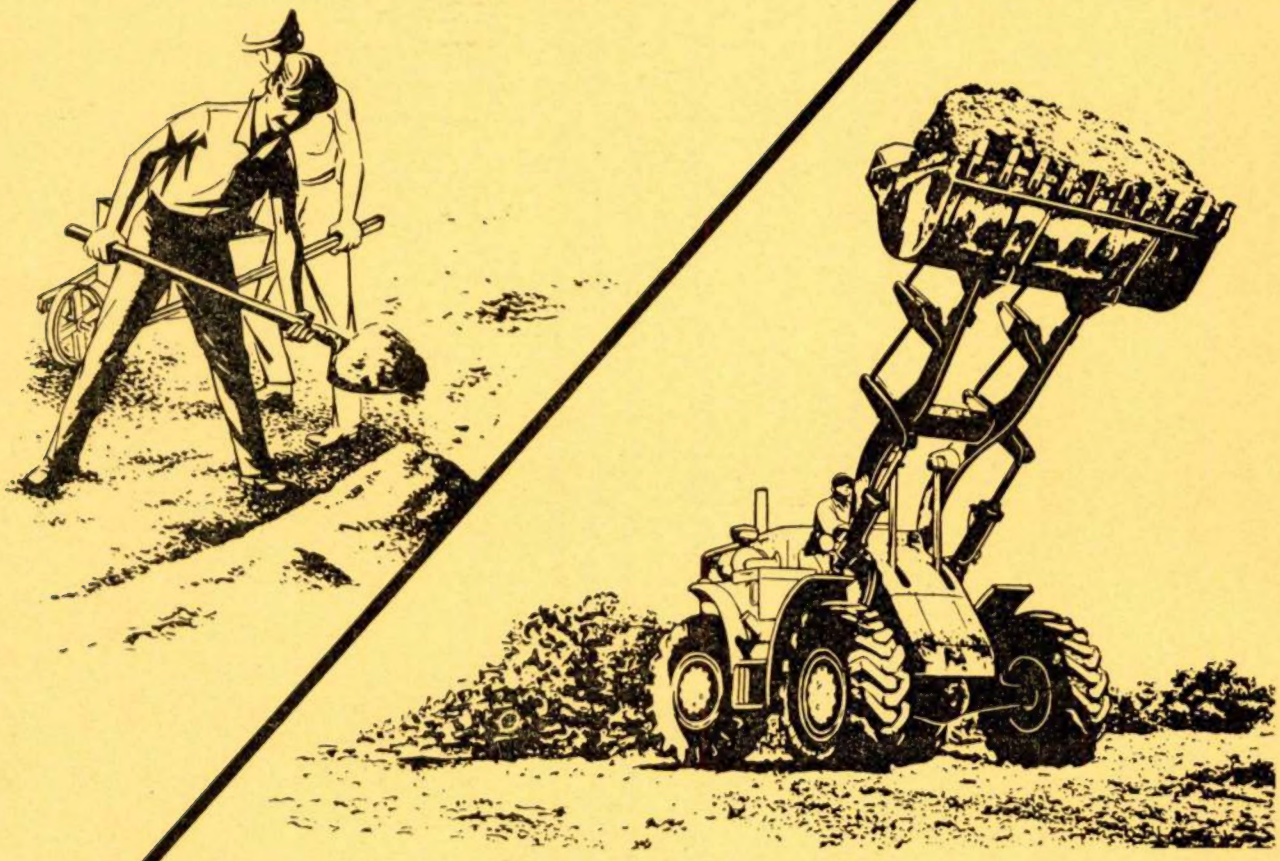
DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO EM PORTUGAL CONTINENTAL, ILHAS ADJACENTES, CABO VERDE E GUINÉ

ASSISTÊNCIA – REPARAÇÕES – PEÇAS GENUÍNAS

PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF.: 251 0001/4 — TELEG.: «STETRA» — APARTADO 1351
LISBOA

*«CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. – PEORIA, ILLINOIS – E. U. A.

DA PÁ CLÁSSICA E DO CARRINHO DE MÃO...



...À PÁ MECÂNICA (TRAXCAVATOR*) CATERPILLAR*

TODO UM CAMINHO PERCORRIDO NA PROCURA DA MELHOR REALIZAÇÃO DO TRABALHO — DA MANEIRA MAIS EFICIENTE, MAIS ECONÓMICA E MAIS LUCRATIVA — PARA UMA MELHOR SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES HUMANAS.

ACTUALMENTE, EM QUALQUER TRABALHO DE

cerâmicas, minas e pedreiras,

A PALAVRA DA ORDEM É

CATERPILLAR*

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO:

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.
PRIOR VELHO — SACAVÉM
TELEF. 251 0001/4 — TELEG. «STETRA» — APARTADO 1351 — LISBOA

* «CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO. — PEORIA, ILLINOIS — E. U. A.

Estes valores e os do parágrafo 6.2 concordam com as expressões apresentadas por Carslaw e Jaeger [ref. 1].

REFERÊNCIA

1. H. S. Carslaw e J. C Jaeger, Conduction of Heat in Solids, 2.ª ed., Oxford, 1959.

SUMÁRIO

Considera-se um fio metálico revestido duma camada isoladora, rodeado dum meio infinito, e estuda-se a subida de temperatura no metal, suposto de condutibilidade térmica infinita, quando nele se gera uma potência calorífica constante. A solução, obtida com o emprego do cálculo operacional, é apresentada sob a forma duma série, tanto mais ràpidamente convergente quanto maior o valor do tempo.

SUMMARY

The author considers a metallic wire coated with an insulating layer in an infinite medium an studies the temperature rise in the metal, assumed to have an infinite thermal conductivity, under a constant heat power. Using the operational calculus, a salution is obtained under the form of a series which converges all the more rapidly the higher the value of time.

Inauguração das instalações da Sociedade Portuguesa de Petroquímica

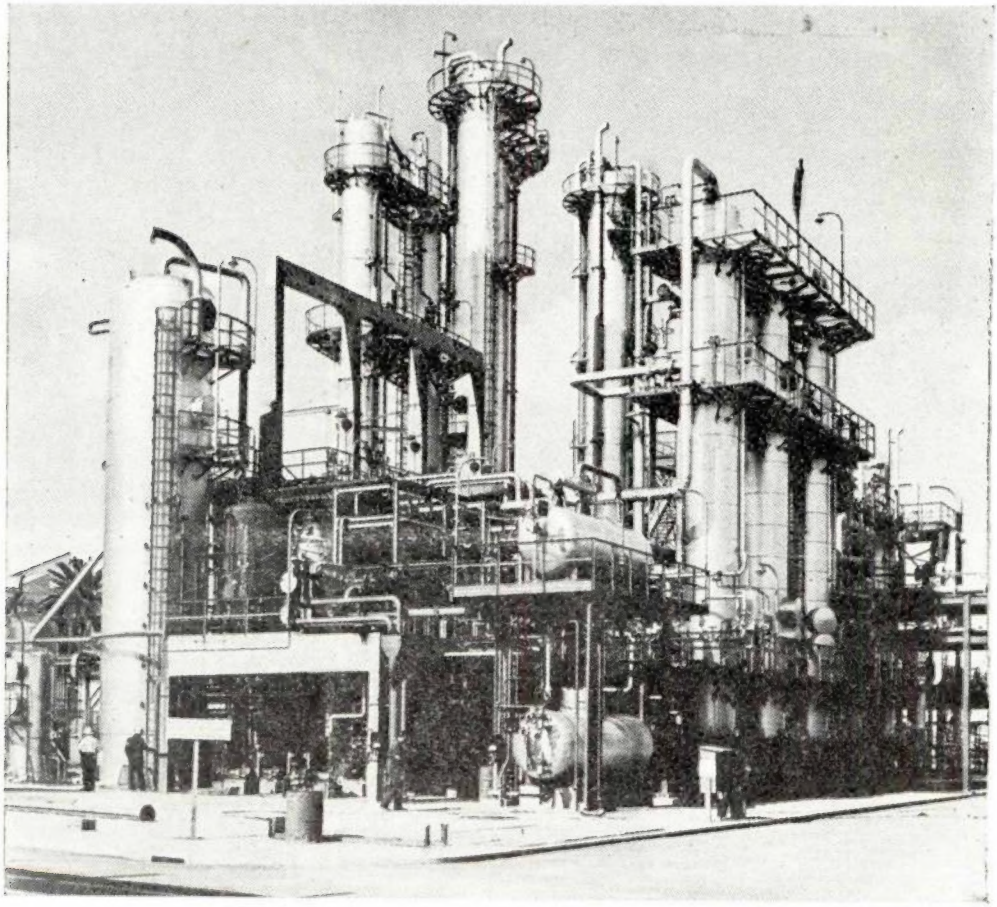
No dia 7 de Março S. Ex.ª o Presidente da República acompanhado de alguns membros do Governo procedeu à inauguração das novas instalações da Sociedade Portuguesa de Petroquímica S. A. R. L.

O objectivo inicial da Sociedade Portuguesa de Petroquímica é o de produzir diàriamente 170 t. de amoníaco. A instalação já construída e a funcionar está prevista ainda para um futuro fornecimento de 40 000 m^3 de hidrogénio puro à Refinaria Sacor, e abastece já o mercado nacional de oxigénio e azoto comprimidos.

A circunstância de se ter adoptado um método de grande maleabilidade para a produção de gás bruto para gás de síntese e o facto de se dispor de efluentes gasosos residuais de vária natureza permitem não sòmente a utilização, como matéria-prima, duma extensa gama de produtos hidrocarbonetados líquidos e gasosos, mas ainda o poder considerar-se a actual instalação como núcleo inicial de fabricações várias, principalmente no âmbito da petroquímica. Assim já estão em estudo algumas dessas indústrias.

Outra característica a pôr em evidência é a originalidade de concepção da unidade fabril. O sistema de gaseificação, é o primeiro do tipo a ser montado em Portugal e a realização industrial da sua alimentação com gasolina constitui novidade absoluta. Também a simbiose de produção «amoníaco — gás da cidade» é, por enquanto, exemplo único na indústria mundial.

A experiência havida confirma a viabilidade técnica e económica dessas inovações.

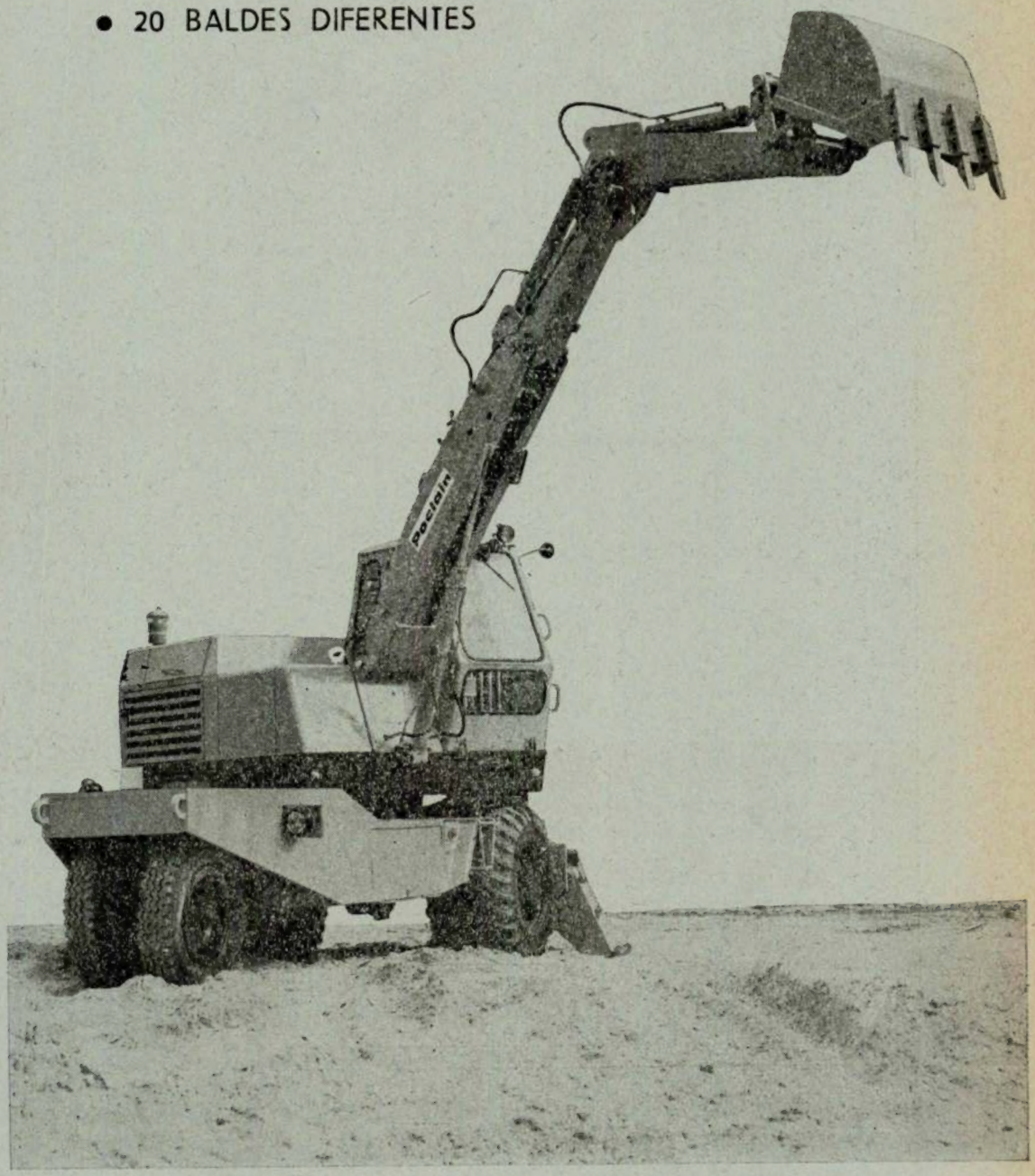


Instalação de produção de Hidrogénio

Poclain T.Y. 45

Escavadora-Retro Escavadora-Grua

- POTÊNCIA AUMENTADA
- ROTAÇÃO TOTAL E CONTÍNUA
- ESTABILIDADE 100 %
- 20 BALDES DIFERENTES



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B-1.º — LISBOA
Telefone: 72 40 53/4/5

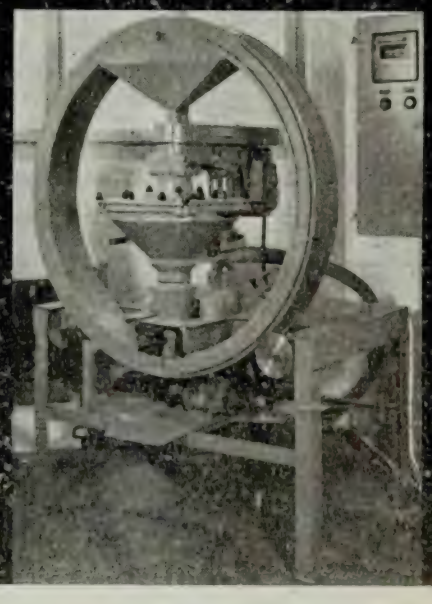
SMEIA

Os ensaios de abrasivos: fonte de economias

+GF+

Os abrasivos metálicos de todos os géneros abundam no mercado. Uma prova objectiva destes custosos produtos impõe-se para estabelecer se eles correspondem ao fim visado.

Prospectos detalhados da nova instalação +GF+ de ensaio de abrasivos será enviada sob pedido.



Georges Fischer Sociedade Anónima, Schaffhouse (Suiça)

Telescriptor: 52915 geofischer schf

Sociedade Comercial ROMAR Lda. Rua da Boavista, 83-1° D Lisboa

GM 1286/5

C. D. U. 543.41

ANÁLISE QUÍMICA POR FOTOMETRIA DE CHAMA [1]

POR ARMANDO TAVARES DA SILVA
Bolseiro da C. E. E. N. do I. A. C.
Assistente do I. S. T.

Introdução

A literatura científica respeitante às mais recentes contribuições no ramo da análise química, mostra-nos a importância cada vez maior dos métodos instrumentais de análise, entre os quais tem tido grande desenvolvimento a fotometria de chama.

Este processo analítico inclui todas as técnicas experimentais que têm por base a medição directa das radiações produzidas quando a amostra a ser analisada é excitada por uma chama. As medidas fotométricas, que dependem do elemento ou elementos a analisar, são feitas em instrumentos apropriados chamados fotómetros de chama. Estes são constituídos essencialmente por: (a) um queimador onde se produz a chama e um atomizador, (b) um sistema óptico que selecciona a radiação característica do elemento a determinar, e (c) um dispositivo fotoeléctrico de medição da intensidade da radiação.

A fotometria de chama permite a análise rápida e simples de certos elementos que, como os metais alcalinos, sem a ajuda deste processo analítico necessitariam separações difíceis e morosas.

As modificações e aperfeiçoamentos da aparelhagem, e o estabelecimento conveniente das condições de trabalho, têm tornado a fotometria de chama um método bastante útil para análises de rotina. Por outro lado, a variedade crescente de aparelhos permitindo grande precisão e sensibilidade, o estudo dos processos preparatórios das amostras e da natureza dos erros e interferências que possam existir, têm contribuído para a extensão da fotometria de chama à determinação de um número cada vez maior de elementos. Por exemplo, o uso de solventes orgânicos em substituição de soluções aquosas origina um grande aumento de sensibilidade e de selectividade, o que permite analisar soluções mais diluídas ou soluções que contenham elementos mais difíceis de excitar. Por extracção selectiva com estes solventes consegue-se, além disso, eliminar muitas vezes as interferências espectrais.

Ao fazer uso da fotometria de chama, o analista deve estar preparado para tratar o seu problema como um caso particular, e para dedicar algum tempo a estudar, com o instrumento que vai empregar, os possíveis erros e interferências.

O objectivo deste trabalho é apresentar as características analíticas da fotometria de chama, o tipo e natureza dos erros e interferências a que está sujeito este método instrumental, e a maneira de os corrigir ou compensar.

A chama como fonte de emissão

Como a fotometria de chama é uma forma de espectroscopia de emissão, a explicação teórica da origem do espectro de chama é feita aplicando os mesmos conceitos fundamentais usados para os espectros de arco ou faísca.

A diferença principal entre estes três tipos de emissão resulta das grandes diferenças nas energias térmicas que se obtêm pelos processos de excitação. A temperatura da chama pode variar entre 1700°C e 3200°C, correspondendo estes valores às chamas ar-gás do tipo Bunsen e oxigénio-acetileno. Assim, como a temperatura máxima que é possível usar em fotometria de chama é bastante inferior à que se obtém com o arco ou faísca, os espectros de chama são incomparàvelmente menos complicados e compõem-se geralmente apenas de uma ou duas linhas ou bandas para cada elemento excitado.

Os metais alcalinos, alcalino-terrosos, tálio e outros, produzem, por excitação, radiações cujo comprimento de onda se situa na zona visível

(1) Este trabalho é extraído do relatório dum tirocínio efectuado no Centro de Química da Comissão de Estudos de Energia Nuclear.

do espectro. No entanto, alguns destes e outros elementos podem emitir radiações tanto na região dos infravermelhos como na dos ultravioletas e, por isso, têm de ser detectados por células fotoeléctricas sensíveis e estes comprimentos de onda, ou por chapas fotográficas.

A intensidade da radiação emitida por um determinado elemento depende do número de átomos excitados pela chama por unidade de tempo e, em geral, aumenta linearmente com a concentração desse elemento na amostra.

Para a produção da chama pode utilizar-se qualquer gás com alta temperatura de combustão e pureza suficiente, sendo, no entanto, os mais comuns o gás de cidade, o acetileno, o propano, o butano e o hidrogénio, que originam com o oxigénio e o ar chamas estáveis e suficientemente incolores. A utilização de uma chama oxiacetilénica permite a obtenção de temperaturas mais elevadas e a extensão da fotometria de chama à determinação de metais mais dificilmente excitáveis que os metais alcalinos.

A natureza e a temperatura da chama são escolhidas de acordo com o elemento que se pretende analisar e com a sensibilidade que se deseja atingir (42). De um modo geral as melhores condições de excitação obtêm-se com o emprego de um solvente orgânico atomizado numa chama de oxigénio-acetileno. Com uma chama deste tipo podem excitar-se mais de 57 elementos, e 43 deles podem ser determinados com grande sensibilidade. Os limites de detecção destes elementos foram já indicados na literatura (25, 43). Se se determinarem durante o mesmo período de trabalho vários tipos de elementos, é preferível usar os mesmos gases, e escolher para cada elemento as pressões mais convenientes. Estas pressões variam consideràvelmente de elemento para elemento e, para o mesmo elemento, dependem do comprimento de cada. Elas são ajustadas de modo a que se obtenha uma intensidade de emissão máxima, e se possa usar, nos aparelhos com monocromadores, a fenda mais estreita, o que permite uma maior selecção das radiações.

Em virtude da temperatura variar de uma para outra região da chama, é possível escolher a zona mais apropriada à determinação de um dado elemento. Por exemplo, para o potássio a melhor região é a zona incolor, mas para os alcalino-terrosos é o vértice do cone luminoso. De um modo geral a zona incolor é a mais apropriada para usar em fotometria, por ser aquela em que o espectro de combustão da chama apresenta menor número de bandas.

Selecção das radiações

Para fins analíticos, as radiações do elemento ou elementos presentes em solução devem ser isoladas, de modo a podermos relacionar a intensidade da emissão com a concentração da solução. Esta selecção pode ser feita por três processos. O mais simples consiste no emprego de filtros de vidro corados, que se deixam apenas atravessar por um pequeno grupo de radiações do espectro (4, 52, 78). Para medir a emissão do potássio, por exemplo, usa-se um filtro vermelho que elimine todas as radiações de comprimento de onda fora da região dos 767 mμ. No entanto, estes filtros embora sejam usados ainda muitas vezes, raramente possuem a selectividade necessária para a análise de sistemas mais complexos. Têm-se também usado filtros líquidos constituídos por soluções coradas, mas que têm o inconveniente de não permitir a construção de instrumentos robustos (75).

Os filtros mais eficientes de que se dispõe presentemente para a fotometria de chama são os filtros de interferência, que para determinadas regiões do espectro apenas permitem a transmissão de uma banda relativamente estreita, geralmente de 10 a 20 mμ. Podem empregar-se filtros de interferência entre 350 e 800 mμ, mas o seu uso não elimina completamente todas as desvantagens dos filtros de vidro corado, e não é possível obter com eles o grau de resolução necessário a certas determinações. Por exemplo, a determinação do cálcio a 554 mμ ou a 622 mμ não pode ser feita em presença de grandes quantidades de sódio, porque o filtro do cálcio se deixa atravessar pela luz do sódio. Por isso, nestes casos, empregam-se monocromadores de prisma ou de rede. Os prismas podem ser de vidro ou de quartzo, permitindo estes últimos cobrir regiões do espectro que não podem atingir-se normalmente com filtros de interferência, e possibilitando assim um maior intervalo de selecção das radiações. Os prismas de vidro, embora não cubram uma tão grande zona do espectro, são também adequados para muitas aplicações. O uso de redes de difracção em fotómetros de chama não está ainda comercializado.

Nos aparelhos de monocromadores pode aumentar-se a selectividade pelo uso de fendas estreitas colocadas entre o monocromador e o elemento fotoeléctrico. Contudo, este aumento de selectividade traduz-se numa perda de sensibilidade e, por isso, é necessário encontrar um compromisso entre ambas que nos dê uma medição quantitativa satisfatória.

Medição da intensidade das radiações

Depois das linhas ou bandas dos elementos a analisar terem sido convenientemente isoladas, é necessário medir as intensidades destas radiações. O método mais vulgar consiste no uso de uma célula fotoeléctrica. A corrente eléctrica produzida é medida num galvanómetro, directamente, ou depois de ser convenientemente amplificada. Estabelece-se assim uma relação entre a concentração do elemento e os desvios do galvanómetro, que nos permite deduzir a concentração de uma amostra desconhecida.

Características da fotometria de chama

A fotometria de chama apresenta as seguintes características que lhe conferem um lugar de destaque entre os métodos instrumentais de análise:

Características qualitativas. Na fotometria de chama, como em todos os métodos de análise espectral, as linhas e bandas de emissão são específicas para cada elemento.

Os metais alcalinos, e os outros elementos que se encontram à esquerda no quadro periódico, são os mais fàcilmente excitáveis. Como em fotometria de chama estes elementos se comportam de maneira diversa, é possível a sua determinação rápida e precisa, o que não sucede em qualquer outro método de análise.

Quando não haja efeitos de interferência especiais, as determinações podem ser feitas em presença de radicais aniónicos ou ácidos livres, pois as radiações provenientes da chama são produzidas essencialmente por elementos metálicos.

Como os espectros de chama apresentam poucas linhas, e estas se encontram separadas umas das outras, a análise de amostras complexas pode fazer-se empregando filtros ou monocromadores, mesmo que os elementos apresentem no seu espectro linhas múltiplas, e estejam em soluções muito concentradas.

Características quantitativas. Como a solução a analisar é introduzida na chama a caudal constante sob a forma de um aerosol, a intensidade da radiação emitida depende da concentração na amostra do elemento a determinar. Esta intensidade depende ainda de uma série de factores que é necessário considerar quando se estudam as condições de trabalho (pressões dos gases, composição da amostra, presença de elementos estranhos, etc.), e que devem ser fixos para que se possam obter condições reprodutíveis.

Em virtude da sensibilidade deste método, ele pode ser aplicado à determinação quantitativa de um grande número de elementos correntes, mesmo em soluções bastante diluídas. Variando e escolhendo convenientemente as condições de excitação (gases usados na combustão, temperatura de chama, adição de certas substâncias às amostras, etc.), a fotometria de chama pode aplicar-se à determinação de elementos metálicos mais difìcilmente excitáveis. Por exemplo, os processos de extracção por solventes em que se atomiza a fase orgânica estão a ser usados cada vez mais (26,27), e permitem uma sensibilidade e uma selectividade muito maiores que as usuais.

Exactidão e Precisão. Na fotometria de chama a exactidão e a precisão podem ser melhoradas pelo uso de elementos de referência ou de padrões internos. Como estes sofrem as mesmas perturbações que o elemento a analisar, compensam-se assim os efeitos das variações que acidentalmente possam ocorrer nas condições de trabalho.

Concentrando prèviamente na amostra o elemento a analisar consegue-se, também, melhorar a sensibilidade e a precisão da fotometria de chama.

O fotómetro de chama em análise

O fotómetro de chama é essencialmente um aparelho quantitativo, mas podem obter-se resultados de confiança na análise qualitativa de amostras de composição desconhecida em aparelhos de selecção progressiva (monocromadores), e, em especial, nos que permitam a variação contínua do ajustamento do prisma para detectar a intensidade máxima em função do comprimento

de onda. Como na prática os elementos não aparecem em concentrações idênticas, e as intensidades das suas radiações são diferentes, é necessário proceder a várias determinações em diversas condições de sensibilidade, para que se possa analisar os elementos mais difìcilmente detectáveis. Usam-se ainda soluções sucessivamente diluídas, o que tem a vantagem de nos dar uma ideia semi-quantitativa da concentração dos elementos presentes.

A análise qualitativa é muito mais difícil de realizar em aparelhos de filtros, pois é limitada pelo número de filtros de que se disponha e, especialmente, pelo grau de transparência desses filtros às radiações adjacentes.

Quando se usa em análise quantitativa, o fotómetro de chama dá-nos uma medida indirecta da concentração de um dado elemento, através da medição da intensidade da radiação emitida, dentro das limitações que possam existir como consequência de perturbações ou interferências causadas pela presença de outros elementos. Estas limitações originam dificuldades na investigação de novos métodos fotométricos, não obstante a simplicidade das técnicas quantitativas da fotometria de chama. A exactidão que se pode obter com este método instrumental depende da composição das soluções, e por isso é necessário dar especial atenção à preparação das amostras. A exactidão é tanto maior quanto mais simples for essa composição e, principalmente, quanto menores forem as diferenças entre a composição e as propriedades físicas das amostras e dos padrões usados para comparação.

A precisão depende especialmente do grau de reprodutibilidade das condições de trabalho. Assim, a precisão aumentará com a possibilidade de reproduzir as características da chama e de manter a estabilidade da emissão e as indicações do galvanómetro. Se não se atender cuidadosamente a todos estes factores não podem obter-se precisões superiores a $\pm 1\,\%$, mesmo que se faça grande número de medições.

Diferentes tipos de fotometria de chama

Fotometria de chama directa. Este tipo de fotometria de chama é o mais usual, e consiste na determinação da concentração dos elementos em solução, por atomização e excitação da amostra na chama, e pela selecção e medição da intensidade da radiação característica.

Fotometria de chama indirecta. Neste tipo de fotometria de chama determina-se a concentração do elemento a analisar por meio de um outro elemento de determinação mais fácil, ou por meio de efeitos secundários :

1. *Por diferença.* Este método permite estender a fotometria de chama à determinação de um certo número de radicais aniónicos, como por exemplo os radicais halogéneos.

Adiciona-se uma quantidade conhecida da solução do radical a analisar, a um volume determinado de uma solução de concentração conhecida de um elemento fàcilmente analisável que forme precipitado com esse radical. O excesso não precipitado do elemento é determinado no fotómetro de chama, obtendo-se por diferença a concentração do radical cuja análise se pretende.

Este método permite a determinação de cloretos, brometos e iodetos por precipitação com prata; de sulfatos por precipitação com bário ou estrôncio e álcool; de carbonatos por precipitação com cálcio ou estrôncio, e de fosfatos por precipitação com zircónio.

2. *Por substituição.* O elemento de determinação difícil é substituído por outro mais fácil de excitar, e cuja intensidade de radiação se possa medir com maior facilidade. A substituição pode fazer-se por passagem da solução numa coluna com uma resina permutadora de iões. Por este processo é possível, por exemplo, determinar o magnésio por substituição pelo sódio.

3. *Por depressão das radiações.* Um exemplo deste tipo de fotometria de chama indirecta é a determinação do alumínio por aplicação do efeito depressivo deste elemento sobre as radiações do cálcio ou do estrôncio (64, 80). Esta determinação é feita com base em curvas de trabalho traçadas experimentalmente medindo a radiação do alcalino-terroso na presença de quantidades variáveis de alumínio.

A acção depressiva do ácido fosfórico sobre as emissões do sódio, potássio, cálcio e magnésio, foi também usada para a determinação indirecta deste ácido por fotometria de chama (29).

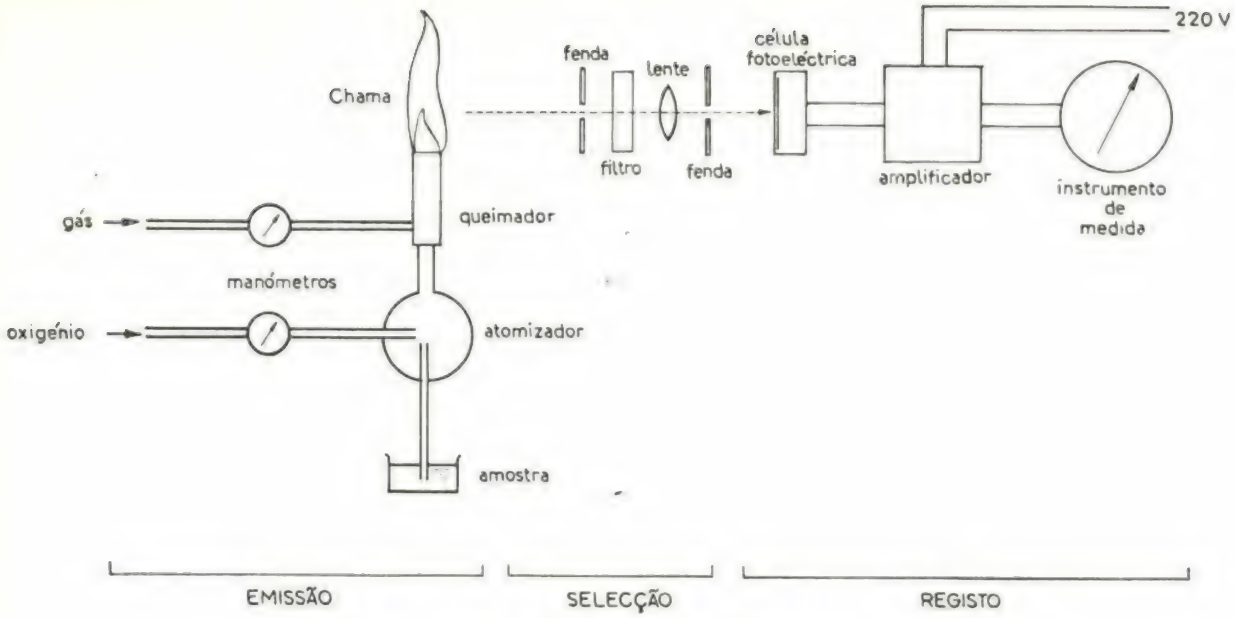


Fig. 1 — Esquema geral de um fotómetro de chama

Constituição de um fotómetro de chama

Todos os fotómetros de chama, qualquer que seja o seu tipo, são constituídos pelas seguintes partes fundamentais: sistema de emissão, de selecção e de registo (fig. 1).

O sistema de emissão compreende o queimador, que recebe a mistura dos gases de combustão e onde se forma a chama, verdadeira fonte de emissão, o atomizador, composto pelo pulverizador e pela câmara de atomização onde se produz o aerosol que é introduzido na chama, e, finalmente, o sistema de alimentação, que pode compor-se de reservatórios de gás, compressores, reguladores de pressão, etc.

O sistema de selecção compreende o conjunto do sistema óptico de selecção dos comprimentos de onda: filtros ou monocromadores, lentes, diafragmas e fendas.

O sistema de registo compõe-se dos dispositivos fotoeléctricos de detecção das radiações, do sistema amplificador, e dos aparelhos eléctricos de medição e registo usados para as leituras experimentais.

Factores que afectam a precisão e exactidão em fotometria de chama

Não obstante as suas vantagens, a fotometria de chama é ainda aceite com reservas por muitos analistas, devido a duas causas. A primeira é o grande número de dificuldades experimentais que surgem na utilização de qualquer fotómetro de chama. Torna-se muitas vezes necessária uma verificação rígida das variáveis instrumentais, se se desejar obter uma boa precisão e exactidão. Outro facto igualmente importante é a dificuldade de interpretação correcta dos resultados obtidos em fotometria de chama, mesmo quando se empregam condições de trabalho óptimas. Isto é devido à existência de interferênciais espectrais inerentes à própria determinação que se está fazendo, e à possível interacção destes efeitos com outros erros experimentais desconhecidos.

Se o analista tomar todas as precauções correntemente necessárias às determinações microanalíticas, as incertezas na aplicação deste método podem limitar-se às devidas aos erros instrumentais e às interferências espectrais.

Qualquer variação no valor da intensidade da radiação emitida, que se possa atribuir directamente a anomalias nas condições de trabalho do instrumento ou a características operatórias próprias de qualquer componente do aparelho, será um erro instrumental. O termo interferência é reservado para descrever apenas as variações na intensidade emitida associadas directamente a reacções que tenham lugar na própria chama. Por exemplo, a depressão ou aumento da emissão de um elemento pela presença simultânea de outro elemento, ou grupo de elementos, é um fenómeno de interferência, em virtude da sua origem espectral. Os parágrafos que se seguem têm por objectivo ajudar o analista a determinar

as fontes de incerteza deste método, e a avaliar da sua importância prática.

Erros Instrumentais. 1. *Erros associados ao atomizador e à fonte de emissão.* Algumas das principais causas de erros verificados em fotometria de chama têm a sua origem no conjunto do atomizador e queimador. Deve manter-se, em todos os casos, um ajustamento cuidado da pressão do ar de aspiração, pois de contrário as variações do caudal de amostra atomizada originarão flutuações na intensidade emitida (4, 9, 11, 17, 33, 35, 37, 49, 66, 87, 91). Este ajustamento é ainda mais importante quando se utiliza oxigénio, pois além de variar o volume de solução atomizada, variará também a temperatura, a forma, e a intensidade da emissão de fundo da chama. Estes últimos três factores são igualmente bastante afectados por variações no caudal de gás combustível.

Quando se usa ar comprimido, este deve estar livre de poeiras e contaminações que possam influenciar a radiação emitida. O vapor de água contido no ar de aspiração tem também importância, pois influencia o valor da vaporização e a quantidade de amostra introduzida na chama (34, 39).

A sensibilidade e a reprodutibilidade das medidas dependem da velocidade de atomização e das características do atomizador. Como em qualquer tipo de atomizador a solução é aspirada através de um tubo capilar, a viscosidade tem influência sobre a eficiência do atomizador e a intensidade emitida (44). Parece ser opinião geral de que um aumento da viscosidade da solução diminui a velocidade de atomização originando um enfraquecimento da intensidade da emissão. É lógico esperar que a importância do efeito da viscosidade esteja relacionada directamente com o diâmetro do tubo capilar de aspiração. Há, contudo, que atender a outros factores que podem ser predominantes no sistema particular de atomização que se está a usar, como a formação e distribuição do tamanho das gotas do aerosol (18). Para a obtenção de resultados precisos é essencial que as viscosidades das soluções de calibração e das amostras se aproximem tanto quanto possível. Como em muitas determinações se podem usar grandes diluições, os efeitos devidos a diferenças de viscosidade são, assim, bastante reduzidos. Têm sido ainda estudados outros erros devidos à viscosidade (6, 11, 18, 23, 30, 35, 39, 41, 66) muitos dos quais é possível compensar.

Outra propriedade importante da solução, que pode afectar sèriamente a eficiência do atomizador, é a tensão superficial. Em geral uma diminuição da tensão superficial ocasiona um aumento da intensidade da radiação. Isto é devido ao aumento da velocidade de aspiração (16, 88) e ao facto da diminuição da tensão superficial originar a formação de um número muito maior de gotas de aerosol durante a atomização da solução (11, 34, 35, 39, 41). Consequentemente, é importante que as soluções de calibração tenham aproximadamente a mesma tensão superficial que a solução desconhecida, o que se consegue pela adição de solventes orgânicos. No entanto, quando estes solventes têm baixo ponto de ebulição, como os álcoois e acetona, o aumento de volatilidade da solução e a possível elevação da temperatura de combustão podem afectar a intensidade emitida.

As variações de tensão superficial não são, no entanto, suficientes para explicar a grandeza de certos erros, se se supõe apenas que estes resultam de variações na velocidade de aspiração e no tamanho das gotas do aerosol (9, 34). Com efeito, verificou-se que a adição de um agente tensio-activo em quantidade suficiente para produzir um abaixamento máximo da tensão superficial, originou apenas uma pequena diminuição na intensidade emitida (34). Parece, por isso, que a volatilidade e a pressão de vapor das gotas do aerosol contribuem também para as variações que se observam nas intensidades das radiações emitidas (39).

Finalmente, as variações na temperatura inicial da amostra devem afectar a eficiência do atomizador, na medida em que alteram as propriedades da solução (82). Se bem que os erros que daí possam resultar não sejam muito grandes, é conveniente trabalhar a uma temperatura uniforme.

2. *Erros introduzidos pelo tipo de sistema óptico.* Os erros instrumentais mais frequentes em fotometria de chama são os que resultam de uma insuficiente selecção das radiações. Estes erros traduzem-se num aumento da intensidade que se deseja medir, resultante da inclusão excessiva de radiações de comprimentos de onda caracterís-

ticos de outros elementos presentes na solução. Se se trabalhar com soluções complexas, e se desejar a máxima precisão, é conveniente empregar um sistema eficiente para isolar as radiações características. Os filtros de vidro corado são inadequados para muitas determinações (4, 9, 11, 28, 31, 38, 47, 71, 79, 82, 86, 91), e mesmo os filtros de interferência, embora reduzam o valor de alguns erros, não os eliminam totalmente (16, 28, 71, 77, 91). Como já se fez notar, os prismas ópticos e as redes de difracção permitem obter uma maior pureza espectral. Contudo, ainda se encontram muitos erros no emprego de instrumentos com estes monocromadores. Eles resultam do compromisso que se torna necessário fazer entre as aberturas da fenda, o poder dispersor do monocromador, e a sensibilidade do elemento detector (7, 8, 28, 39, 41, 55, 65, 70, 85). Aumentando a abertura da fenda, para se poder medir uma maior intensidade de emissão, aumenta-se a largura da banda que passa através do sistema óptico, e, portanto, a influência de linhas ou bandas estranhas sobre a intensidade da radiação do elemento que se está a determinar. Essa influência poderá ser maior ou menor consoante as características do monocromador. Com espectrofotómetros de prisma, em virtude deste não ter uma dispersão linear, é possível usar fendas mais largas na região azul do espectro do que na região vermelha, e diminuir assim os erros de resolução. As redes de difracção, que são muito menos usadas, dão uma dispersão constante, reduzindo, portanto, a possibilidade de erros de resolução para comprimentos de onda próximos do vermelho.

Não há nenhum método simples de previsão ou correcção dos erros devidos a deficiente resolução do sistema óptico. A extensão do seu efeito depende do tipo de instrumento usado, do seu modo de operação, e da natureza das soluções que se empregam, em particular das concentrações relativas dos elementos presentes e dos comprimentos de onda das suas radiações. Em face de qualquer problema novo, o analista deve investigar quais os erros de resolução que poderão existir com o instrumento e soluções que está a empregar.

3. *Erros introduzidos pelo sistema de detecção e registo.* Num fotómetro de chama bem construído não há pràticamente erros resultantes de deficiências no sistema de detecção e registo. As perturbações resultantes da instabilidade da corrente eléctrica são atenuadas pelo uso de estabilizadores de tensão. Se os dispositivos fotoeléctricos de detecção apresentam fadiga devem ser substituídos, tornando-se portanto necessário refazer as curvas de calibração, em virtude das possíveis variações nas respostas às radiações características. Para remediar o defeito proveniente da falta de linearidade da reacção do elemento fotoeléctrico e dos aparelhos de medida, é necessário, a maior parte das vezes, substituir estes instrumentos. Para reduzir ou eliminar as perturbações do galvanómetro durante as medições, coloca-se uma capacidade entre os seus terminais.

Interferências Espectrais. Não obstante as baixas energias térmicas que se obtêm neste método instrumental, existem fenómenos de interacção na chama que envolvem ganho ou perda de energia radiante dos elementos excitados. Não foi até agora feito um estudo sistemático destas interferências, devido às dificuldades que se encontram ao tentar determinar as causas das variações da intensidade emitida que se observam em muitos fotómetros de chama, e que podem também resultar de um factor instrumental qualquer. Por isso, o estudo destas interferências é completamente empírico, e não há nenhuma teoria geral aplicável a todos os casos conhecidos. O analista tem de estabelecer o seu próprio sistema para explicar os erros e interferências que observa com os instrumentos e processos que usa.

1. *Efeitos devidos à temperatura da chama.* As variações na temperatura da chama resultantes de alterações nas proporções ou natureza dos gases combustíveis podem ocasionar diferenças apreciáveis no comportamento da emissão (40, 50). Além destes efeitos, as variações na intensidade das radiações podem resultar da região da chama que está a ser observada, pois esta apresenta gradiantes de temperatura. À parte certas excepções, como as que acontecem com as bandas de emissão do cálcio e do magnésio, obtêm-se maiores intensidades de radiação com temperaturas de chama mais elevadas (31, 56, 57, 58, 59, 74). Estas excepções podem, talvez, ser atribuídas a fenómenos de equilíbrio que têm lugar na chama, podendo as moléculas emissoras ser sacrificadas por dissociação ou reassociação numa

espécie não emissora ou que, pelo menos, emita noutro comprimento de onda (50). O facto da intensidade emitida não ser constante em toda a zona de combustão tem pouco interesse prático nos aparelhos com filtros, por estes abrangerem uma grande zona da chama. Contudo, se a selecção é feita por uma fenda, não deve ignorar-se a importância da variação da zona de emissão.

Pode, além disto, existir uma complicação adicional resultante das interferências mútuas entre os átomos emissores e os de outros elementos poderem alterar-se bastante por variação da temperatura (14, 31, 56, 57, 74). Os resultados de muitas investigações realizadas neste campo nem sempre são concordantes, não se sabendo mesmo até que ponto a natureza e grandeza destas interacções pode ser devida a possíveis erros instrumentais. No entanto, para os fins práticos, é absolutamente necessária uma chama estável (4, 19, 87), a não ser que se use a técnica do padrão interno.

2. *Variações da Emissão de Fundo.* Em fotometria de chama as determinações absolutas baseiam-se na diferença entre a intensidade da radiação do elemento e a intensidade de fundo da fonte de emissão. A própria chama, na qual se vaporiza água destilada, tem o seu espectro característico, que depende da mistura gasosa que se está a usar (40, 75). Este espectro é constituído por várias linhas, bandas e radiações contínuas provenientes da excitação de produtos da combustão e de pequenas quantidades de impurezas.

A emissão de fundo da chama tem, por exemplo, bastante importância na determinação do cobre e da prata, pois pode interferir com as radiações próprias destes metais. Esta interferência pode, no entanto, reduzir-se consideràvelmente se se usar um instrumento com grande poder de resolução (54).

Outra fonte deste tipo de interferências, é o aumento de luminosidade resultante da combustão de certos materiais ou elementos presentes em excesso na amostra. Muitos investigadores notaram que elementos, tais como o sódio, cálcio, magnésio e manganês, assim como grandes quantidades de matéria orgânica (35, 58, 62, 63, 72), originam um aumento geral de luminosidade do espectro visível. Por isso, em qualquer determinação, a contribuição de fundo da própria chama e dos materiais da amostra deve ser subtraída à emisssão total, ou compensada por meio de soluções de calibração preparadas convenientemente.

3. *Exemplos de aumento ou depressão da intensidade emitida por interacção mútua na chama.* A forma de interferência mais importante, e cujo mecanismo está menos estudado, é a depressão ou aumento da radiação de um elemento que resulta da presença de outro ou outros elementos diferentes. Este efeito pode ser originado tanto por aniões como por catiões, embora, em alguns casos, parte da interferência do anião causada pela presença de sais ou ácidos, possa ser devida a diferenças de volatilidade das soluções.

Uma das mais importantes interferências deste tipo é a que ocorre na determinação do sódio e do potássio em sistemas que contêm estes elementos. As alterações nas intensidades emitidas devidas a interacções mútuas dependem do tratamento prévio da amostra e das concentrações de ambos os elementos (22, 23, 32, 38, 39, 41, 57, 66, 68, 73, 82, 86, 91).

Outra interferência é o efeito do sódio e do potássio sobre a emissão do cálcio (16, 22, 39, 41). Os resultados a que chegaram os diversos investigadores não são, contudo, concordantes, e por isso é impossível afirmar definitivamente se o cálcio sofre por parte do sódio e do potássio uma verdadeira interferência espectral.

As radiações do índio (61), sódio (15, 39), cálcio (35, 39, 50, 60, 62, 64, 65, 84), estrôncio (35, 60, 62, 64, 84), bário (84) e lítio (83) sofrem uma nítida depressão em presença do alumínio.

O lítio sofre poucas interferências, o que o torna aplicável como padrão interno. No entanto, o sódio e o potássio em grandes concentrações causam um erro positivo na emissão do lítio (51), e o magnésio e o alumínio tendem a diminuir a radiação do lítio de 671 mμ (83).

Os aniões exercem influência sobre as emissões de muitos elementos. Esta influência pode resultar da (a) mera alteração da intensidade da radiação de um elemento como resultado da natureza do anião associado, (b) do aumento ou diminuição da intensidade da radiação quando se altera a concentração total do anião pela adição de ácidos ou dos seus sais de amónio, ou (c) da modificação de determinada interferência entre dois ou mais catiões.

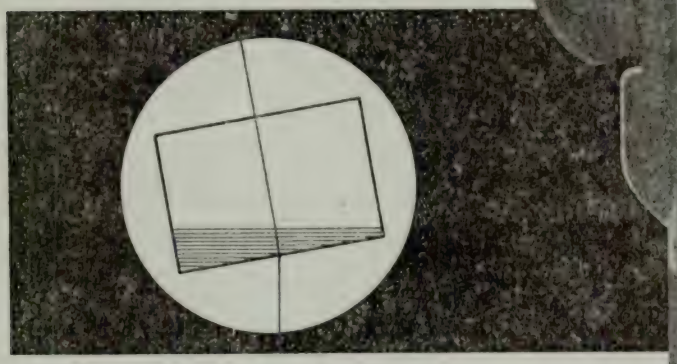
No que respeita ao primeiro tipo de interfe-

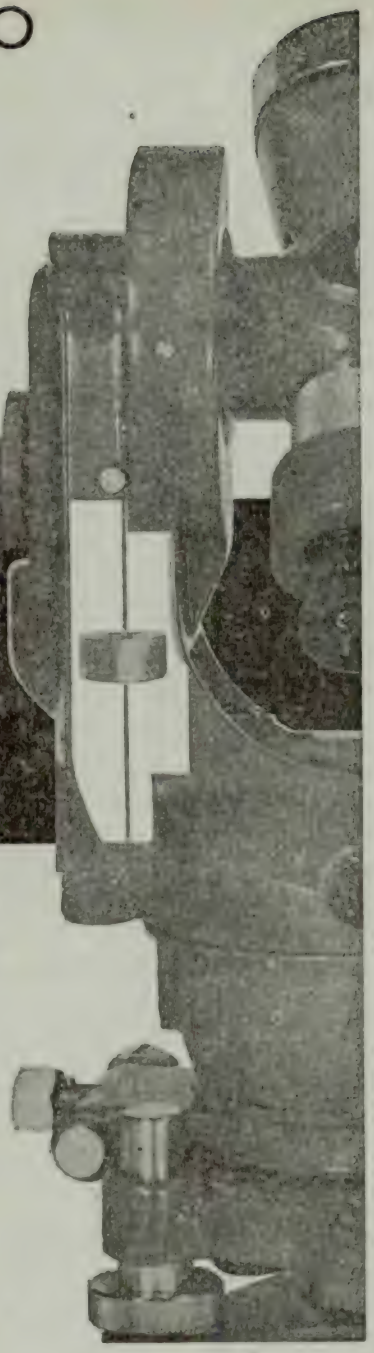
O NOVO TEODOLITO

Wild T 1-A

com calagem
zenital automática

O teodolito com os aperfeiçoamentos mais modernos, permitindo medições mais fáceis, rápidas e mais exactas





Automatismo duma concepção surpreendentemente simples: Prisma com líquido sem partes mecânicas, sem desgaste, sem desarranjos, sem reparações.

Detalhes no prospecto Th 154

WILD
HEERBRUGG

Modelo T 1-A C/imagem invertida
Modelo T 1-A E C/imagem direita

Solicitem catálogo ou demonstração ao representante exclusivo:

WILD PORTUGAL, L.DA

LISBOA — PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6 — Tel. 681127

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

Associada: Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, LDA.

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES de cimento e outros produtos — INFRAESIRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

Sede — LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C. P. 2178 — Tel. 4226

LISBOA
P. da Figueira, 18, 3.º Esq.

L. MARQUES — C. P. 982
BEIRA — C. P. 1002

Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kg/cm²

AÇO BI

Tensão de segurança 4.000 Kg/cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º DT.º — LISBOA
TELEFONES 67 12 24/5 E 67 37 85

"IMPERMEÁBILIS"

O IMPERMEABILIZANTE OFICIALMENTE ACONSELHADO EM TODAS AS ARGAMASSAS DE CIMENTO

Prédios, empenas, caves. — Depósitos para água, vinhos e aguardentes. — Facultam-se certificados de ensaio dos Laboratório Nacional de Engenharia Civil e da Junta Nacional do Vinho

Distribuidor geral para todo o Império Português:

ANSELMO DE MATOS

Av. Almirante Reis, 179, r/c. - Tel. 4 64 39 - LISBOA - 1

Revendedores em Lisboa:

João Pereira Vareiro & Filhos, Lda.
Rua Augusto José Vieira, 12 - Tel. 84 74 80

Manuel Pereira Matias, Lda.
Rua de Pedrouços, 105-A - Tel. 61 11 53

Manufacturas de Cimento Fortex, Lda.
Estrada de Benfica, 727 - Tel. 70 21 75

Sequeira & Santos, Lda.
R. José Joaquim Marques, 113 - Tel. 02 61 05 - MONTIJO

rência, apenas se conhecem alguns exemplos. Em geral as radiações dos metais alcalinos e alcalino-terrosos são independentes do anião associado (4, 23, 39), mas as do cobre e da prata dependem do anião presente (39)

As interferências resultantes da adição em excesso de ácidos inorgânicos, tais como clorídrico, azótico, sulfúrico, fosfórico ou perclórico, ou dos seus sais de amónio, envolvem um problema ligeiramente diferente, pois pode haver possibilidade de variar a volatilidade da solução atomizada. Vários investigadores observaram depressões nas radiações do sódio, potássio, e cálcio pela adição daqueles ácidos (2, 3, 9, 21, 34, 69, 84, 92). Grandes quantidades do ião bicarbonato reduzem bastante a emissão do cálcio (90). O fosfato também reduz a emissão daqueles três catiões (9, 12, 13, 14, 24, 49, 53, 66, 67, 69, 86).

A última forma de interferência aniónica é bastante mais rara e existe em geral sòmente quando se aplica o método do tampão de radiação; sabe-se, por exemplo, que o aumento das emissões do sódio e do potássio resultante das suas interferências mútuas depende da concentração. Ao determinar um destes elementos em presença de uma quantidade desconhecida do outro, adiciona-se um excesso suficientemente grande do interferente que elimine as variações resultantes das diferenças de concentração deste interferente nas várias amostras. Para que esta técnica seja aplicável, o anião do sal que se adiciona deve ser convenientemente escolhido. Por exemplo, se se adiciona nitrato de potássio em quantidades crescentes a uma solução de sódio, o aumento da emissão do sódio torna-se sucessivamente maior, e não se consegue atingir um patamar. Usando cloreto de potássio atinge-se um valor de saturação acima do qual qualquer alteração na concentração em potássio deixa de afectar a intensidade emitida pelo sódio (39).

Métodos para compensar os erros e interferências. Têm-se sugerido muitos métodos para eliminar ou compensar as incertezas inerentes à fotometria de chama. O mais directo consiste em eliminar por processos químicos ou físicos os elementos interferentes que se conhecem (1). Uma modificação deste método consiste em separar o elemento que interessa analisar, em vez de eliminar as substâncias interferentes (45).

1. *Técnica do padrão interno.* Este método é o mais apropriado para compensar os erros instrumentais e as interferências. Adiciona-se a todas as amostras uma quantidade conhecida (em geral 50 a 500 p.p.m.) de uma substância de referência, vulgarmente um sal de lítio (9, 38, 91). O cobalto (20, 76), o manganês (46), o estrôncio (12), e o rubídio, césio, tálio e potássio (75), também foram já usados com sucesso como padrão interno. Observando simultâneamente as radiações deste padrão interno e do elemento a analisar, pode estabelecer-se uma relação entre as intensidades emitidas, que é relativamente independente de flutuações da chama, de alterações na natureza e velocidade da atomização, e de quaisquer outras variações de carácter instrumental. Se os efeitos de interferência forem aproximadamente equivalentes para o padrão interno e para os elementos da amostra, obtém-se assim uma compensação parcial dessas interacções.

Para aplicar convenientemente esta técnica, o analista deve certificar-se de que, primeiro, a amostra a analisar não contém quantidades mensuráveis do padrão interno escolhido e, segundo, de que não há interacção aparente entre este padrão e qualquer constituinte da solução.

2. *Técnica da diluição.* Um método bastante útil muitas vezes para diminuir as interferências e os erros instrumentais, consiste simplesmente em diluir a amostra tanto quanto possível, sem exceder contudo a concentração mínima para a qual se podem fazer medições satisfatórias (7, 11, 57). Infelizmente a baixa concentração inicial dos elementos a analisar, os possíveis erros das grandes diluições, e a limitada sensibilidade de alguns fotómetros de chama, reduzem a aplicação desta técnica.

3. *Tampões de radiação.* O fim desta técnica é «saturar» uma determinada interferência, de modo que pequenas variações na concentração do elemento interferente de amostra para amostra não tenham efeito apreciável nas intensidades emitidas. Isto obtém-se geralmente por adição, a todas as soluções, de um grande excesso do ião ou iões interferentes (64, 65, 90).

As maiores desvantagens desta técnica são a inclusão possível de impurezas provenientes da grande quantidade de sal tampão que se usa, e

as alterações das características do aerosol, resultantes do grande aumento de concentração dos sais dissolvidos. Além disto, poderá haver erros provenientes de contaminações, em virtude da deposição de sais à volta do orifício do vaporizador. A experiência mostra, com efeito, que os melhores resultados se obtêm trabalhando com soluções de composição simples.

4. *Padrões com adição de interferentes.* Conhecendo as concentrações de todos os iões interferentes na amostra, podem compensar-se as suas influências preparando soluções de calibração que contenham quantidades apropriadas desses interferentes. Encontram-se na literatura numerosos exemplos desta técnica (5, 8, 10, 36, 49, 56, 57, 61, 65, 66, 68, 81, 89).

5. *Correcção indirecta dos erros e interferências.* Nestes métodos corrigem-se variações na intensidade emitida por meios gráficos ou matemáticos. Suponhamos, por exemplo, que se observa uma interferência do elemento A sobre a radiação característica do elemento B. Se a intensidade de B variar linearmente com a concentração de A, pode obter-se fàcilmente um factor correctivo da interferência do elemento A. Ao analisar a amostra desconhecida deve determinar-se primeiro a concentração de A, podendo então aplicar-se o factor correctivo correspondente a esta concentração sobre o valor da emissão de B. Este método foi já aplicado à correcção de erros analíticos resultantes de interferências mútuas na determinação de cálcio, estrôncio e bário (48).

Existe um método mais complexo para corrigir erros resultantes de variações na viscosidade e na tensão superficial das soluções (6). Preparam-se soluções de calibração com características físicas semelhantes às das soluções a analisar. Usa-se o lítio como elemento de referência e observa-se o seu comportamento quando é adicionado à solução desconhecida, assim como a do elemento a analisar. Deduz-se deste modo um factor correctivo que se aplica à leitura analítica.

De uma maneira geral não há nenhuma regra rígida a seguir para decidir qual deve ser o método a empregar para compensar um determinado erro ou interferência. As limitações que se devem observar no tratamento da amostra, o tipo do instrumento de que se dispõe, e a grandeza e origem provável dos efeitos indesejáveis, terão uma importância variável consoante o problema que se pretende resolver. Será naturalmente desejável o método de correcção mais directo e menos complicado, mas muitas vezes a natureza das interacções que se vão encontrar torna necessário o emprego de um método mais complexo.

BIBLIOGRAFIA

(1) Adams, F. e Rouse, R. D., Soil Sci., *83*, 305 (1957).

(2) Alkemade, C. T. J. e Voorhuis, M. H., Z. Anal. Chem., *163*, 91-103 (1958).

(3) Baker, G. L. e Johnson, L. H., Anal. Chem., *26*, 465 (1954).

(4) Barnes, R. B., Richardson, D., Berry, J. W. e Hood, R. L., Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., *17*, 605 (1945).

(5) Barnes, R. B., Berry, J. W. e Hill, W. B., Eng. Mining J., *149*, 92 (1948).

(6) Bauserman, H. M., e Cerney, R. R., Jr., Anal. Chem., *25*, 1821 (1953).

(7) Bernstein, R. E., Biochim. et Biophys. Acta, *9*, 576 (1952).

(8) Bernstein, R. E., J. Lab. Clin. Med., *40*, 707 (1953).

(9) Berry, J. W., Chappel, D. G., e Barnes, R. B., Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., *18*, 19 (1946).

(10) Biffen, F. M., Anal. Chem., *22*, 1014 (1950).

(11) Bills, C. C., McDonald, F. G., Niedermeier, W., e Schwartz, M. C., Anal Chem., *21*, 1076 (1949).

(12) Brabson, J. A., e Wilhide, W. D., Anal. Chem., *26*, 1060 (1954).

(13) Brealey, L., Analyst, *76*, 340 (1951).

(14) Brealey, L., e Ross, R. E., Analyst, *76*, 334 (1951).

(15) Brewster, D. A., e Clausen, C. L., Jr., Iron Age, *166*, 88 (1950).

(16) Bulletin N°. 151 A. Scientific Instrument Division, Fearless Camera Corp., Los Angeles, Calif.

(17) Broderick, E. J., e Zack, P. G., Anal. Chem., *23*, 1455 (1951).

(18) Caton, R. D., e Bremner, R. W., Anal Chem., *26*, 805 (1954).

(19) Chen, P. S., Jr., e Toribara, T. Y., Anal. Chem., *25*, 1642 (1953).

(20) Cholak, J., e Hubbard, D. M., Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., *16*, 728 (1944).

(21) Chow, T. J., e Thompson, T. G., Anal. Chem., *27*, 910 (1955).

(22) Collier, H. B., e Barschel, R. P., Anal. Chem., *24*, 1030 (1952).

(23) Conrad, A. L., e Johnson, W. C., Anal. Chem., *22*, 1930 (1950).

(24) Crismon, J. M., Federation Proc., *7*, 24 (1948).

(25) Dean, J. A., «Flame Photometry», McGraw-Hill Book, New York, 1960, capítulo 11.

(26) Dean, J. A., op. cit., 1960, capítulo 5.

(27) Dean, J. A., Special Technical Publication N°. 238, American Society for Testing Materials, Philadelphia, 1958, p 43.

(28) Diamond, J. J., e Bean, L., Anal. Chem. *25*, 1825 (1953)

(29) Dippel, W. A, Bricher, C. E., e Furman, N. H., Anal. Chem., *26*, 553 (1954).

(30) Domange, L., e Longuevalle, S., Ann. pharm. franc., *9*, 647 (1951).

(31) Domingo, W. R., e Klyne, W., Biochem. J., *45*, 400 (1949).

(32) Domingo, W. R., Klyne, W., e Weedon, W., Biochem, J., *42*, 36 (1948).

(33) Dubbs, C. A., Anal. Chem., *24*, 1654 (1950).

(34) Eggertsen, F. T., Wyld, G., e Lykken, L., ASTM Spec. Tech. Publ. N°. 116 (1951).

(35) Ells, V. R., J. Opt. Soc. Amer., *31*, 534 (1941).

(36) Ellsfed, R. B., e Horstman, E. L., Anal. Chem., *27*, 1229 (1955).

(37) Fox, C. L., Jr., Anal. Chem., *23*, 137 (1951).

(38) Fox, C. L., Jr., Freeman, E. B., e Lasker, S. E. ASTM Spec. Tech. Publ. N°. 116 (1951).

(39) Gardiner, K. W., Ph. D. Thesis, M. I. T. (1952).

(40) Gaydon, E. G., Quart. Revs. (London), *4*, 1 (1950).

(41) Gilbert, P. T., Jr., Anal. Chem., *22*, 772 (1950).

(42) Gilbert, P. T., Jr., «Flame Photometry. New precision in elemental analysis». Beckman Reprint R-56 (Aug. 1952).

(43) Gilbert, P. T., Jr., «Flame Spectra of the Elements», Bulletin n.° 753. Beckman Instruments Inc., Fullertion, California.

(44) Gouy, C. L., Ann. chim. et phys., *18*, 5 (1879).

(45) Havre, G. N., Anal. Chim. Acta, *25*, 557—566 (1961).

(46) Heidel, R. H., e Fassel, V. A., Anal. Chem., *23*, 784 (1951).

(47) Herrmann, R., Z. ges. exptl. Med., *118*, 187 (1952).

(48) Hinsvark, O. N., Wittwer, S. H. e Sell, H. M., Anal. Chem., *25*, 320 (1953).

(49) Hospadaruk, V., Frankenber, G. B., e Neufeld, A. H., Can. Med. Assoc. J., *65*, 264 (1951).

(50) Huldt, L., Arkiv Mat., Astron. Fysik, *A. 33*, No 5 (1946).

(51) Inman, W. R., Rogers, R. A., e Fournier, J. A., Anal. Chem., *23*, 482 (1951).

(52) Jansen, W. H., Heyes, J., e Richter, O., Z. physik. Chem., *A 174*, 291 (1935).

(53) Keirs, R. J., e Speck, S. J., J. Dairy Sci., *33*, 413 (1950).

(54) King, W. H., e Priestley, Wm., Jr., ASTM Spec. Tech. Publ. No. 116 (1951).

(55) Kingsley, G. R., e Schaffert, R. R., Anal. Chem., *25*, 1738 (1953).

(56) Klyne, W., Proc. Biochem. Soc., Proc. de 23 e 24 de Julho (1948).

(57) Klyne, W., Spectrochim. Acta, *4*, 64 (1950).

(58) Lundegardh, H., «Die Quantitative Spectralanalyse der Elemente», Vols. 1 e 2. Gustav Fisher, Jena, 1929, 1934.

(59) Lundgardh, H., Z. Physik., *66*, 109 (1930).

(60) McClelland, J. A. C., e Whalley, H. K., J. Soc. Chem. Ind. (London), *60*, 288 (1941).

(61) Meloche, V. W., Ramsay, J. B., Mack, D. J., e Philip, T. V., Anal. Chem., *26*, 1387 (1954).

(62) Mitchell, R. L, «Spectrographic Analysis in Great Britain». Adam Hilger, London, 1939.

(63) Mitchell, R. L., J. Soc. Chem. Ind. (London), *60*, 95 (1941).

(64) Mitchell, R. L, e Robertson, I. M., J. Soc. Chem. Ind. (London), *55*, 269 (1936).

(65) Mosher, R. E., Bird, E. J., Boyle, A. J., Anal. Chem., *22*, 715 (1950).

(66) Mosher, R. E., Boyle, A. J., Bird, E. J., Jacobson, S. D, Batchelor, T. M, Iseri, L. T., e Myers, G. B., Am. J. Clin. Pathol., *19*, 461 (1949).

(67) Osborn, G. H., e Johns, H., Analyst, *76*, 410 (1951).

(68) Overman, R. R., e Davis, A. K., J. Biol. Chem., *168*, 641 (1947).

(69) Parks, T. D., Johnson, H. O., e Lykken, L., Ind., Eng. Chem. Anal. Ed., *20*, 822 (1948).

(70) Porter, P., e Wyld, G., Anal. Chem., *27*, 733. (1955).

(71) Pratt, P. F., e Larson, W. E, Anal. Chem., *21*, 1296 (1949).

(72) Ramage, H., Nature, *123*, 601 (1929).

(73) Ramsay, J. A., Brown, R. H. J., e Falloon, S. W. H. W., J. Exptl. Biol. *30*, 1 (1953).

(74) Riehm, H., Z. Anal. Chem. *128*, 249 (1948)

(75) Robinson, A. R., e Ovenston, T. J C., Analyst, *76*, 416 (1951).

(76) Robinson, A. R, Newman, K. J, e Schoeb, E. J., Anal. Chem., *22*, 1026 (1950).

(77) Schrenk, W. G., e Glendening, B. L., Anal. Chem, *27*, 1031 (1955).

(78) Schuhknecht, W., Angew. Chem., *50*, 299 (1937).

(79) Seay, W. A., Attoe, O. J., e Truog, E., Soil Sci., *71*, 83 (1951).

(80) Servigne, M., e Guérin de Montgareuil, M., Chim. Anal., *36*, 115 (1954).

(81) Smales, A. A., Analyst, *76*, 348 (1951).

(82) Smit, J. A., Alkemade, C. T. J., e Verschure, J. C. M., Biochim. et Biophys. Acta, *6*, 508 (1951).

(83) Strange, E. E., Anal. Chem., *25*, 650 (1953).

(84) Török, T., Z. Anal. Chem., *116*, 29 (1939).

(85) Toth, S. J., Prince, A. L., Wallace, A. e Mikkelsen, D. S., Soil Sci., *66*, 459 (1948).

(86) Wallace, W. M., Holliday, M., Cushman, M., e Elkington, J. R., J. Lab. Clin. Med., *37*, 621 (1951).

(87) Walsh, E. G., J. Sci. Instr., *29*, 23 (1952).

(88) Weichselbaum, T. E., e Varney, P. L., Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., *71*, 570 (1949).

(89) Weiner, A. D., e Kuhnes, D. M., Am. J. Clin. Pathol., *23*, 1259 (1953).

(90) West, P. W., Folse, P., e Montgomery, D., Anal. Chem., *22*, 667 (1950).

(91) White, J. U., Anal. Chem., *24*, 394 (1952).

(92) Yofé, J., e Finkelstein, R., Anal. Chim. Acta, *19*, 166 (1958).

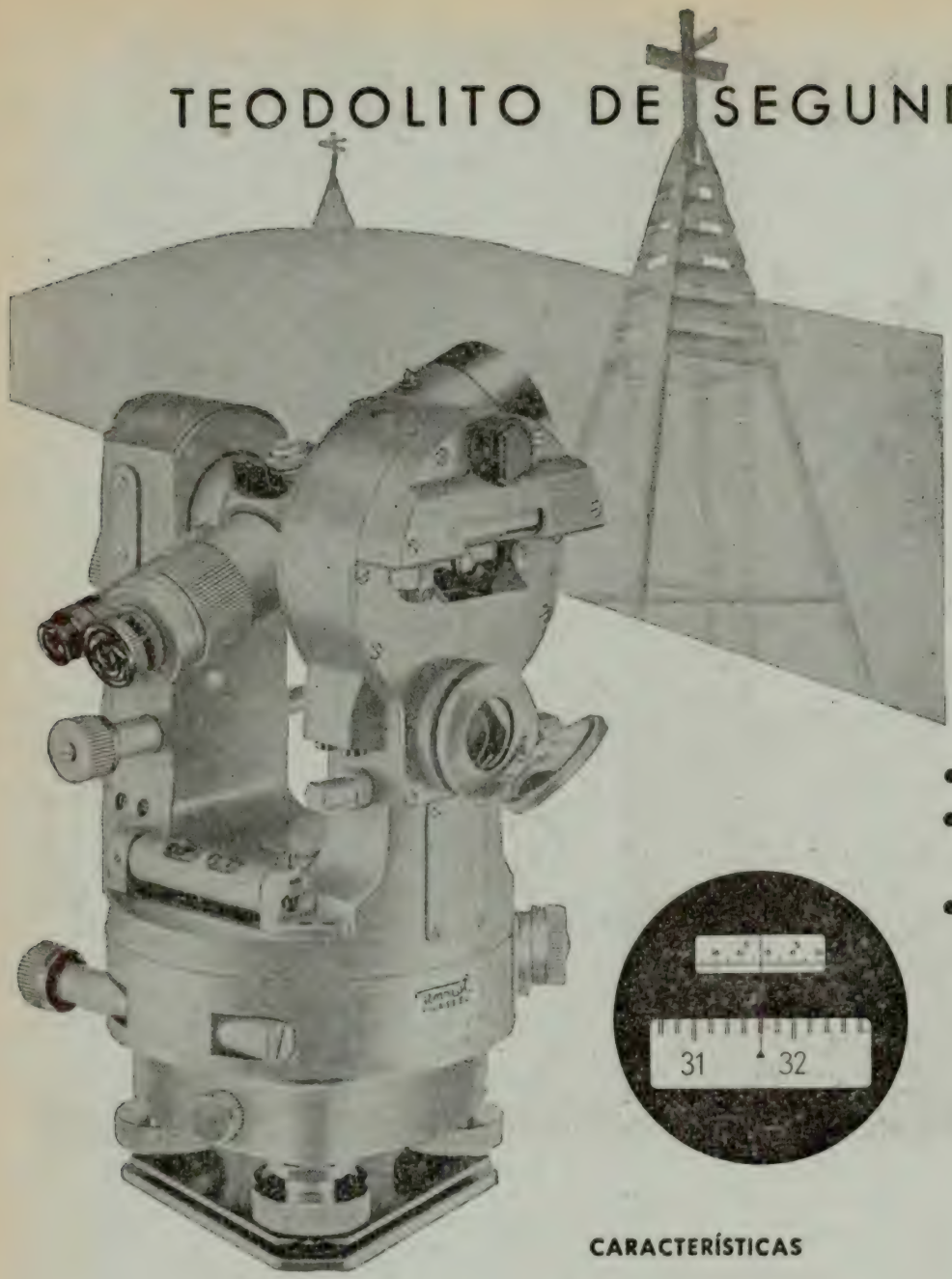
RESUMO

Apresenta-se uma revisão das possibilidades analíticas da fotometria de chama, com especial referência aos erros e interferências a que este método está sujeito.

SUMMARY

The analytical possibilities of flame photometry are reviewed, with special reference to errors and interference effects and methods for their overcoming. A list of 92 references is included.

TEODOLITO DE SEGUNDOS FT2



Fennel KASSEL

Para triangulações de segunda e terceira ordens, poligonação de precisão, orientação e medidas astronómicas de ligação, levantamentos subterrâneos e todos os trabalhos de precisão em geral

- Óculo reversível
- Leitura por sistema directo
- Óptica tratada de grande luminosidade

CARACTERÍSTICAS

Telescópio — Analáctico com focagem interna; óptica tratada; comprimento 175 mm; ampliação 30 x; abertura da objectiva 40 mm; distância mínima de mira 1,25 m; constante de adição zero; constante de multiplicação 100.

Níveis — Circular 8′; de horizontalidade, paralelo ao eixo de inclinação 20″; de coincidência no círculo vertical 20″.

Círculo horizontal — Diâmetro 90 mm; leitura directa 1″ — 2^{cc}; leitura por avaliação 0,1″ — 0,2^{cc}.

Círculo vertical — Diâmetro 70 mm; leitura directa 1″ — 2^{cc}; leitura por avaliação 0,1″ — 0,2^{cc}.

Tripé extensível; caixa metálica com pequenos acessórios.
Pesos: instrumento 6,5 kg; tripé 6 kg; caixa metálica 4,5 kg.

REPRESENTANTES

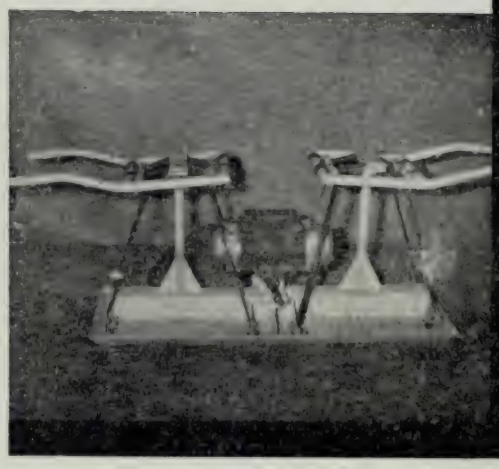
PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

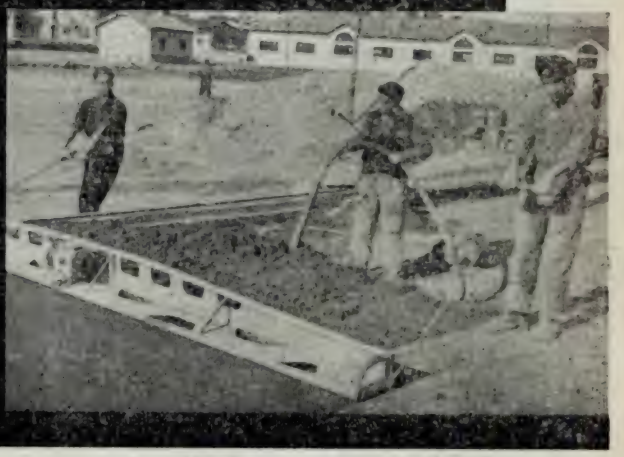
L. DO RATO, 13 — TEL. 68 21 31/39 — R. DO OURO, 145 — TEL. 32 83 61 / 32 60 66

LISBOA

publivasc

vibração do betão





vibradores externos e internos

réguas vibrantes equipamentos vibrantes
para superficies

energia electrica, peneumatica e gasolina

alta frequência e meia frequência

representante sociedade comercial romar ltda
rua da boavista, 83, 1.º d
lisboa

urbar
ingenieros

san sebastián
av generalisimo, 6
espanha

C. D. U. 699.841.042.7
624.042.7

Fenómenos plásticos nas vibrações sísmicas

POR FREDERICO MACHADO
Engenheiro Civil (I. S. T.)

1. INTRODUÇÃO

O estudo presente é uma versão mais desenvolvida do que foi apresentado na Reunião sobre Construção Anti-Sísmica, realizada em 27/28 de Fevereiro de 1961, no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (*Machado*, 1961).

Os edifícios dimensionados pelos métodos habituais não podem resistir, em fase elástica, aos sismos destruidores (intensidade superior a 7 graus Mercalli). Tem por isso considerável interesse analisar a forma como os fenómenos de plasticidade podem contribuir para a resistência das estruturas.

2. ACELERAÇÃO SÍSMICA DO SOLO

Investigações efectuadas nos últimos 15 anos (cf. *Housner*, 1955) têm mostrado que as vibrações sísmicas são do tipo do «ruído branco», correspondendo à sobreposição de componentes com todos os períodos dum certo intervalo. De 0,2 a 1,0 ou 2,0 seg (intervalo que contém as maiores acelerações), as várias componentes parecem ter amplitudes análogas, não havendo portanto um período predominante. Nalguns sismos nota-se contudo uma ligeira diminuição de amplitude a partir de cerca de 1,0 seg.

A intensidade dos abalos de terra avalia-se correntemente pelos efeitos da vibração sobre as pessoas e sobre as construções, de acordo com escalas convencionais. Uma das mais usadas é a de Mercalli, modificada em 1931 (*Wood & Neumann*, 1931).

Como os efeitos dum abalo devem depender da aceleração do solo, interessa evidentemente relacionar esta última grandeza com a intensidade. *Gutenberg* e *Richter* (1942) estabeleceram a seguinte fórmula empírica

$$\log_{10} a = I/3 - 0{,}5 \tag{1}$$

onde a é a aceleração máxima do solo (registada em acelerogramas) em cm/seg², e I a intensidade em graus Mercalli (Esta fórmula foi conservada numa revisão do primeiro artigo daqueles autores — cf. *Gutenberg & Richter*, 1956).

Muitas vezes, exprime-se a aceleração do solo como fracção da aceleração da gravidade $g \cong 980$ cm/seg².

Na Tabela 1 indica-se, para os sismos destruidores, a correspondência de I e a/g.

TABELA 1

I	a/g	I	a/g
7 1/2	0,10	9 1/2	0,47
8	0,15	10	0,69
8 1/2	0,22	10 1/2	1,02
9	0,32	11	1,50

Para o que vai seguir, convém conhecer igualmente as amplitudes da aceleração que correspondem às várias componentes hormónicas (cada uma com o seu período).

Em relação a 28 acelerogramas, *Housner & al.* (1953) determinaram para os vários períodos a aceleração medida em osciladores com factor de amortecimento conhecido.

Conforme veremos adiante (equação (15)), quando se atinge o regime estável (em fase elástica), a amplitude da aceleração dum oscilador é dada pela expressão

$$\bar{\gamma} = \gamma/2k, \tag{2}$$

sendo γ a amplitude da aceleração excitadora, e k o factor de amortecimento.

Com os valores de *Housner & al.* (1953) relativos aos osciladores amortecidos, foi possível marcar num gráfico (Fig. 1) os valores $\gamma = 2k\bar{\gamma}$ (correspondentes em cada sismo à zona de maiores acelerações) em função da aceleração máxima a dos respectivos acelerogramas (Utilizaram-se em cada caso os valores correspondentes ao maior amortecimento).

Verificamos que há uma certa dispersão como parece próprio dum fenómeno aleatório (cf. *Ferry Borges*, 1954). Contudo a recta $\gamma = a$ representa razoàvelmente o limite superior dos pontos obtidos.

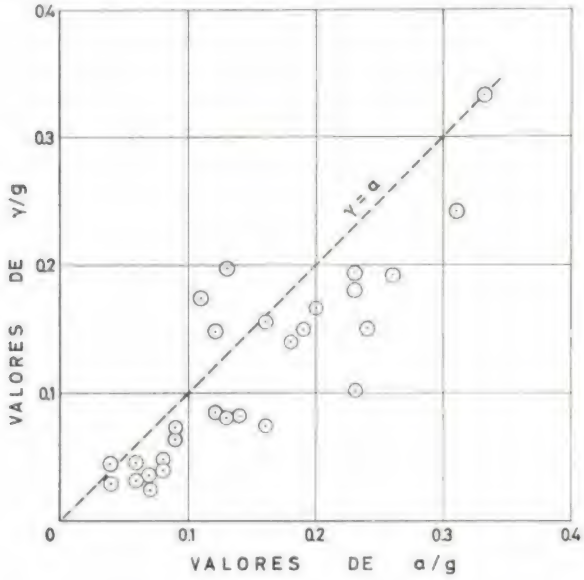


Fig. 1 — Relação da aceleração do solo (a) com a aceleração máxima das várias componentes harmónicas (γ)

Para amplitude da componente da aceleração do solo, correspondente a qualquer dos períodos considerados, podemos utilizar portanto o valor a (máximo medido nos acelerogramas) que está relacionado com a intensidade pela fórmula (1).

Estas acelerações podem ser dirigidas em qualquer direcção. Na prática porém são apenas de temer as componentes horizontais porque as estruturas estão preparadas para resistir às cargas verticais com suficiente margem de segurança.

3. VIBRAÇÕES EM FASE ELÁSTICA

Consideremos a estrutura esquematizada na Figura 2 a, constituída por uma haste vertical não pesada, encastrada na base, que suporta a massa oscilante m. Vamos admitir que este sistema possui um só grau de liberdade.

Na ausência de excitação, a massa oscilante encontra-se sob a acção da força de recuperação elástica F e do momento produzido pela excentricidade do peso P. A resultante destas forças tem por componente horizontal $F - Px/h$, e a equação do movimento será então

$$m\ddot{x} = -F + Px\,h\,. \tag{3}$$

Nestas expressões h é a altura e x o desvio horizontal da massa oscilante (Fig. 2 a), e $\ddot{x}$ designa a segunda derivada de x em ordem ao tempo t.

Enquanto o sistema satisfizer à lei de Hooke, F será proporcional ao desvio x. Fazendo $F = fx$ e $P = mg$ (g sendo a aceleração da gravidade), teremos

$$\ddot{x} + (f/m - g/h)\,x = \ddot{x} + n^2 x = 0 \tag{4}$$

onde $n^2 = f/m - g/h$ é uma constante que nas estruturas habituais é sempre positiva (em fase elástica).

A solução geral é, como se sabe.

$$x = C_1 \cos nt + C_2 \operatorname{sen} nt\,, \tag{5}$$

sendo C_1 e C_2 constantes arbitrárias. Se for T o período próprio da estrutura, será $n = 2\pi/T$.

Havendo uma excitação sinusoidal, a equação do movimento será

$$\ddot{x} + n^2 x = -\gamma \operatorname{sen} qt \tag{6}$$

cuja solução é

$$x = C_1 \cos nt + C_2 \operatorname{sen} nt - \frac{\gamma}{n^2 - q^2} \operatorname{sen} qt. \tag{7}$$

Quando q tende para n o último termo desta expressão tende para ∞, mas simultâneamente uma das constantes tende também para ∞ de tal forma que a solução vem indeterminada. Neste caso a equação (6) toma porém a forma

$$\ddot{x} + n^2 x = -\gamma \operatorname{sen} nt\,. \tag{8}$$

a que corresponde a solução

$$x = C_1 \cos nt + C_2 \operatorname{sen} nt + \frac{\gamma t}{2n} \cos nt. \tag{9}$$

Esta expressão cresce indefinidamente com t. Diz-se neste caso que há «ressonância».

Para $q \neq n$ a vibração é sempre limitada (só aumentando apreciàvelmente na vizinhança de $q = n$), e por isso na prática só interessa considerar os casos em que há ressonância por serem os mais desfavoráveis.

Se para $t = 0$ for $x = \dot{x} = 0$ teremos

$$x = \frac{\gamma}{2\,n^2}\,(nt \cos nt - \operatorname{sen} nt). \tag{10}$$

Derivando duas vezes, obtemos

$$\ddot{x} = -\frac{\gamma}{2}(nt \cos nt + \operatorname{sen} nt). \tag{11}$$

Esta expressão corresponde à curva da Fig. 2 b.

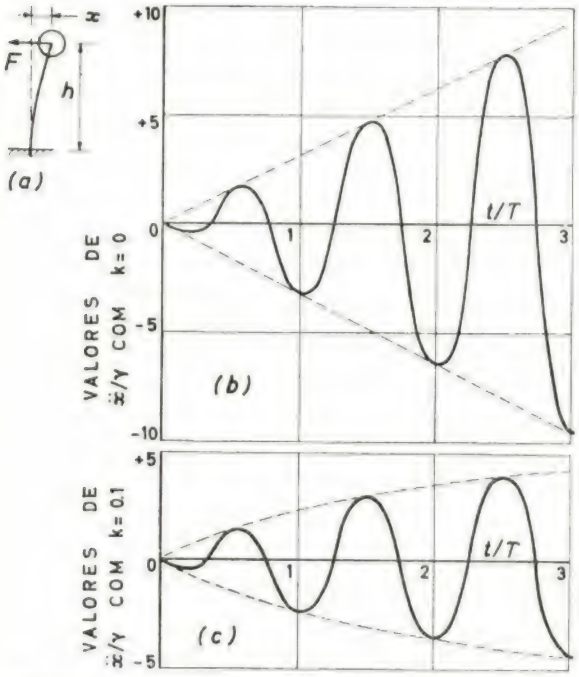


Fig. 2 — Aceleração induzida numa estrutura simples por uma vibração sinusoidal do solo

Havendo um amortecimento proporcional à velocidade $\dot{x}$, em vez da equação (8), teremos

$$\ddot{x} + 2kn\dot{x} + n^2x = -\gamma \operatorname{sen} nt \tag{12}$$

onde k é o chamado «factor de amortecimento».

Se para $t = 0$ for como anteriormente $x = \dot{x} = 0$, a solução será

$$x = \frac{\gamma}{2kn^2}\left(\cos nt - \frac{k}{\sqrt{1-k^2}}\, e^{-knt} \operatorname{sen} n_1 t - \right.$$

$$\left. - e^{-knt} \cos n_1 t\right), \tag{13}$$

sendo

$$n_1 = n\sqrt{1-k^2}.$$

Derivando (13) duas vezes, obtemos

$$\ddot{x} = -\frac{\gamma}{2k}\left(\cos nt + \frac{k}{\sqrt{1-k^2}}\, e^{-knt} \operatorname{sen} n_1 t - \right.$$

$$\left. - e^{-knt} \cos n_1 t\right). \tag{14}$$

Quando t aumenta indefinidamente, esta expressão reduz-se a

$$\ddot{x} = -\frac{\gamma}{2k} \cos nt \tag{15}$$

cuja amplitude é a que foi indicada em (2).

Para $k = 0{,}1$ a expressão (14) está representada na Figura 2 c.

Com este amortecimento ($k = 0{,}1$), quando se atinge o regime permanente, a aceleração desenvolvida numa estrutura é 5 vezes a aceleração máxima do solo, como se pode ver imediatamente na fórmula (15).

É difícil prever o factor de amortecimento duma construção; nas estruturas habituais este factor é porém pequeno, em geral inferior a 0,1 (cf. *Alford & Housner*. 1953).

Segundo os regulamentos anti-sísmicos correntes, as construções são dimensionadas para resistirem a uma carga horizontal $F = CP$, sendo P o peso respectivo. O factor C designa-se por «coeficiente sísmico» e o seu valor é

$$C = F/P = \bar{\gamma}/g \tag{16}$$

onde $\bar{\gamma}$ é a aceleração horizontal a que deve resistir a construção considerada.

Em Portugal, para os edifícios em conjunto (com boas fundações), o coeficiente sísmico está fixado em 0,1 na zona A, e 0,05 na zona B (sendo as zonas definidas num mapa anexo ao regulamento).

O período próprio das construções, em segundos, pode avaliar-se grosseiramente em 0,1 N, sendo N o número de pisos. As construções correntes de 2 a 10 andares (com períodos de 0,2 a 1,0 seg) devem entrar portanto em ressonância com alguma componente dos sismos normais (que parecem corresponder justamente a um ruído branco naquele intervalo). A aceleração do solo é então amplificada na estrutura segundo a fórmula (15).

Com um factor de amortecimento de 0,1, um terramoto de intensidade 9 (aceleração 0,32 g) produziria uma aceleração horizontal $5 \times 0{,}32\, g = 1{,}6\, g$, ou seja uma força lateral 1,6 vezes maior do que o peso próprio. Se pretendessemos que os edifícios resistissem aos sismos em fase elástica, teríamos portanto de os cal-

cular para esta força que é 16 vezes superior ao valor imposto pelo nosso regulamento.

Vamos ver na secção seguinte como os fenómenos de plasticidade vão permitir usar menores coeficientes sísmicos.

4. EFEITO DO ESCOAMENTO PLÁSTICO

Vimos que em fase elástica a força de recuperação era proporcional ao desvio horizontal x.

Supondo que o sistema da Figura 2a é constituído por uma substância plástica ideal (cf. *Jaeger*, 1956, pg. 100), quando for atingido o limite de cedência formar-se-á no encastramento uma rótula plástica (*Hodge*, 1959, pg. 10) e a força de recuperação (ou a aceleração correspondente) torna-se constante.

O fenómeno está representado na Figura 3a: a aceleração F/m da recuperação elástica é proporcional a x até se atingir o limite de cedência F_c; a partir deste limite a aceleração mantém-se constante num valor $\gamma_c = F_c/m$. Diz-se que há então «escoamento plástico».

O facto da força de recuperação deixar de crescer proporcionalmente a x, tornando-se constante, tem como efeito imediato aumentar a elongação. Quando a velocidade $\dot{x}$ se anula, a vibração entra novamente em fase elástica mas a posição de repouso apresenta um desvio «permanente» igual ao percurso efectuado na fase plástica. O fenómeno repetir-se-á em sentido oposto, havendo em geral compensação das elongações «permanentes».

Vamos supor que não há amortecimento na fase elástica, o que não deve introduzir erro apreciável.

O movimento satisfaz portanto à equação (8)

$$\ddot{x} + n^2 x = -\gamma \text{ sen } nt$$

com as condições iniciais

$$n^2 x \cong \mp \gamma_c \quad \text{e} \quad \dot{x} = 0, \text{ para } t = t_0 .$$

A solução será agora

$$(17) \qquad n^2 x = \frac{\gamma}{2}\left[n\,(t - t_0)\cos nt - \text{sen } nt\right] + \left(\frac{\gamma}{2}\text{ sen } nt_0 \mp \gamma_c\right)\cos n\,(t - t_0),$$

sujeita à condição $\ddot{x}_0 = \pm \gamma_c - \gamma \text{ sen } nt_0 \gtrless 0$ (para $t = t_0$).

A velocidade obtém-se derivando a expressão (17), vindo portanto

$$(18) \qquad n\dot{x} = -\frac{\gamma}{2}\, n\,(t - t_0) \text{ sen } nt - \left(\frac{\gamma}{2}\text{ sen } nt_0 \mp \gamma_c\right)\text{ sen } n\,(t - t_0).$$

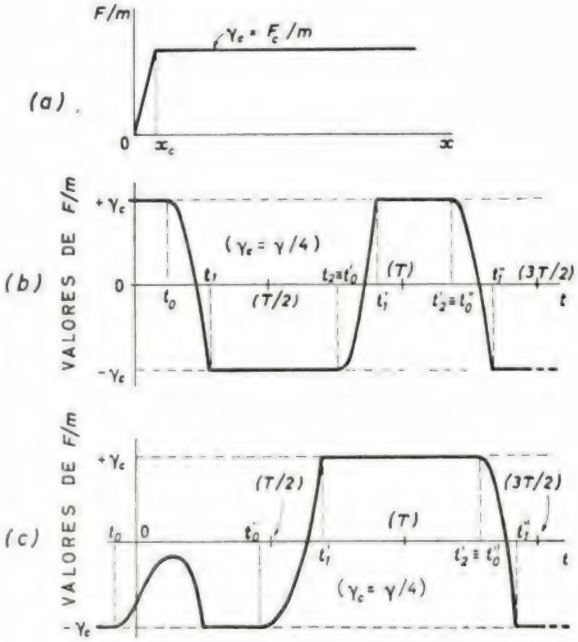


Fig. 3 — Vibrações duma estrutura de substância plástica ideal

A oscilação em fase elástica continuará até haver novamente escoamento plástico (Fig. 3b e 3c).

Embora para certos valores de t_0 possa não ser imediatamente atingido o limite de cedência no sentido oposto, a alternância regular acaba sempre por se estabelecer no fim de curto prazo, conforme veremos adiante (cf. Fig. 3c).

O ponto t_1 em que o sistema entra novamente em fase plástica (no sentido oposto) é dado pela equação

$$(19) \qquad \frac{\gamma}{2}\left[n\,(t_1 - t_0)\cos nt_1 - \text{sen } nt_1\right] + \left(\frac{\gamma}{2}\text{ sen } nt_0 \mp \gamma_c\right)\cos n\,(t_1 - t_0) = \pm \gamma_c .$$

Os valores de t_1 obtidos por resolução (gráfica) desta equação (Fig. 4a) podem ser substituídos em (18) e dão os valores da velocidade

da massa oscilante quando atinge novamente a fase plástica. Estes últimos valores estão indicados na Figura 4b para várias relações γ_c/γ.

Mudando o sinal de γ_c e simultâneamente aumentando os ângulos de π, ocorre um fenómeno semelhante mas em sentido contrário.

———

Na fase plástica, a força de recuperação que era fx/m passa a ser $\pm\gamma_c$. Com esta substituição a equação (4) daria

$$(20) \qquad \ddot{x} \pm \gamma_c - p^2 x = 0 \quad \text{com} \quad p^2 = g/h .$$

Para oscilações forçadas teremos anàlogamente

$$(21) \qquad \ddot{x} \pm \gamma_c - p^2 x = -\gamma \operatorname{sen} nt .$$

A solução será

$$(22) \qquad p^2 x = A \operatorname{ch} p(t-t_1) + B \operatorname{sh} p(t-t_1) \pm \gamma_c + \frac{\gamma \operatorname{sen} nt}{1 + n^2/p^2}$$

com

$$(23) \qquad A = \mp\gamma_c - \frac{\gamma \operatorname{sen} nt_1}{1 + n^2/p^2} + p^2 x_1 ,$$

$$(24) \qquad B = -\frac{n}{p} \cdot \frac{\gamma \cos nt_1}{1 + n^2/p^2} + p\dot{x}_1 ,$$

sendo x_1 e $\dot{x}_1$ os valores de x e $\dot{x}$ para $t = t_1$; x e x_1 são agora referidos à vertical do centro da base, e não à posição de repouso (como sucedia nas oscilações em fase elástica).

Quando t aumenta indefinidamente, o seno e o coseno hiperbólicos tendem para infinito como $\frac{1}{2} e^{p(t-t_1)}$.

Vemos desta forma que o valor de x dado por (22) pode crescer também indefinidamente, conduzindo assim à ruína da estrutura.

Para que isso não aconteça, deverá ser $A + B < 0$ para o valor $+\gamma_c$ em (21), ou $A + B > 0$ para o valor $-\gamma_c$. Em ambos os casos temos portanto

$$(25) \qquad \gamma_c > \pm\left(-\frac{\gamma \operatorname{sen} nt_1}{1 + n^2/p^2} + p^2 x_1 - \frac{n}{p} \cdot \frac{\gamma \cos nt_1}{1 + n^2/p^2} + p\dot{x}_1\right)$$

que é a condição para não haver ruína.

Nos casos habituais p/n é da origem de 10^{-1} e durante cada fase plástica $n(t-t_1)$ é da ordem da unidade, podendo numa primeira aproximação desprezar-se nos desenvolvimentos das funções hiperbólicas os termos em $p(t-t_1)$ de ordem superior à segunda.

A equação (22) transforma-se então em

$$(26) \quad n^2 x = n^2 x_1 + n\dot{x}_1 \cdot n(t-t_1) \mp \frac{1}{2}\gamma_c n^2 (t-t_1)^2 - n(t-t_1)\gamma \cos nt_1 + \gamma(\operatorname{sen} nt - \operatorname{sen} nt_1)$$

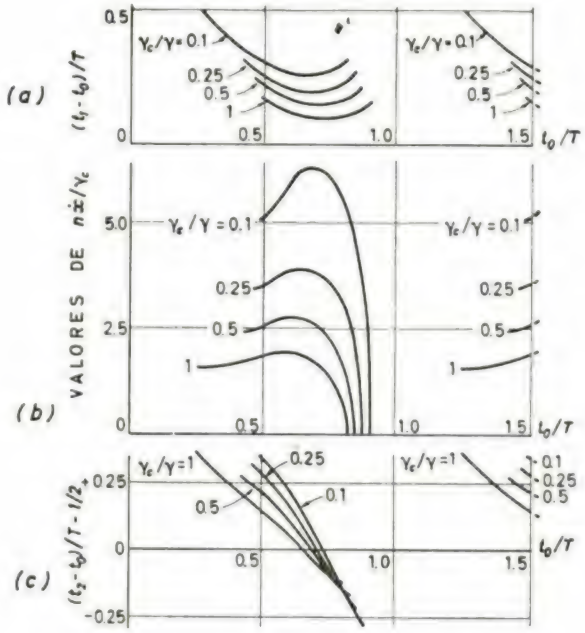


Fig. 4 — Parâmetros de vibrações em fase plástica, para vários valores da relação entre a aceleração limite (γ_c) e a aceleração excitadora (γ)

(onde desprezámos também p^2/n^2 em face da unidade).

Derivando, obtemos

$$(27) \qquad n\dot{x} = n\dot{x}_1 \mp \gamma_c n(t-t_1) + \gamma(\cos nt - \cos nt_1) .$$

O fim da fase plástica (tempo t_2) corresponde a $\dot{x} = 0$, vindo

$$(28) \qquad n\dot{x}_1 \mp \gamma_c n(t_2 - t_1) + \gamma(\cos nt_2 - \cos nt_1) = 0 ,$$

equação que permite determinar t_2.

Na Figura 4c indicam-se os valores $(t_2 - t_0)/T - 1/2$ em função de t_0/T.

Para $(t_2 - t_0)/T = 1/2$ o sistema iniciaria no tempo t_2 uma fase igual à começada em t_0 mas em sentido inverso. Para valores de $t_2 - t_0$ diferentes de $T/2$ a forma das curvas da Figura 4c

mostra também que a evolução é sempre no sentido de $t_2 - t_0$ se aproximar deste valor $T/2$ (que é o mesmo que $n(t_2 - t_0)$ se aproximar de π).

E, para os casos em que o sistema na primeira elongação não atinge o limite de cedência no sentido oposto, isso não volta já a acontecer na elongação seguinte, caindo-se portanto no caso anterior.

5. CÁLCULO DO COEFICIENTE SÍSMICO

Com p/n pequeno, a expressão (25) pode reduzir-se aproximadamente a

$$(29) \qquad \frac{\gamma_c}{\gamma} > \pm \frac{p}{n} \left(\frac{n\dot{x}_1}{\gamma} - \cos nt_1 \right).$$

Os valores de $n\dot{x}_1/\gamma - \cos nt_1$, correspondentes a $-\gamma_c$ em (21), vão indicados na Tabela 2. Aumentando nt_0 de π e considerando $+\gamma_c$ em (21), os valores da tabela viriam iguais em valor absoluto mas seriam agora positivos.

TABELA 2

Valores de $n\dot{x}_1/\gamma - \cos nt_1$

nt_0 \ γ_c/γ	0,1	0,25	0,5	1,0
lim. inf.	— 1,05	— 1,15	— 1,32	— 1,57
0	— 1,04	— 1,14	— 1,28	— 1,57
$\pi/4$	— 0,73	— 0,78	— 0,90	— 1,14
$\pi/2$	— 0,02	— 0,07	— 0,17	— 0,37

Os valores mais desfavoráveis correspondem então ao limite inferior de nt_0 e são bem representados pela fórmula aproximada

$$(30) \qquad \pm (n\dot{x}_1/\gamma - \cos nt_1) = 1 + 0{,}6\,\gamma_c/\gamma .$$

Substituindo este valor em (29) e resolvendo em ordem a γ_c/γ, obtemos

$$(31) \qquad \frac{\gamma_c}{\gamma} > \frac{p/n}{1 - 0{,}6\, p/n}$$

ou aproximadamente

$$(32) \qquad \gamma_c/\gamma > p/n .$$

Vimos que $p = \sqrt{g/h}$ e $n = 2\pi/T$. Fazendo $g = 9{,}8$ m/seg², $h \cong 3N/2$ (metros) e $T \cong 0{,}1N$ (seg), N sendo o número de pisos, vem

$$(33) \qquad p/n \cong 0{,}041 \sqrt{N} .$$

E, se identificarmos γ_c com a máxima aceleração horizontal admissível, o coeficiente sísmico será, atendendo a (16), (32) e (33),

$$(34) \qquad C = \frac{\gamma_c}{g} = \frac{p}{n} \cdot \frac{\gamma}{g} = 0{,}041 \frac{\gamma}{g} \sqrt{N} .$$

O valor mínimo do coeficiente sísmico parece depender portanto da intensidade dos abalos a temer e do número de andares dos edifícios.

Os cálculos apresentados basearam-se no estudo dum sistema com um só grau de liberdade. Os modos superiores de vibração podem contribuir com cerca de 30 % para os esforços resultantes nas vibrações de edifícios (cf. *Clough*, 1955).

Para atender a este facto é certamente prudente aumentar o coeficiente numérico da expressão (34), podendo adoptar-se finalmente

$$(35) \qquad C = 0{,}053 \frac{\gamma}{g} \sqrt{N} .$$

Utilizando os valores da Tabela 1, podemos construir agora a tabela da página seguinte (Tabela 3).

TABELA 3

Valores do Coeficiente Sísmico C

N \ l	8 1/2	9 1/2	10 1/2
1	0,01	0,02	0,05
4	0,02	0,05	0,11
9	0,03	0,07	0,16
16	0,05	0,10	0,22

Dissemos que a aceleração das componentes sísmicas diminui ligeiramente para os períodos superiores a cerca de 1,0 seg. Isto vai interessar a edifícios de mais de 10 andares, podendo compensar o aumento indicado, proporcional a $\sqrt{N}$.

Parece contudo que este aspecto do assunto precisa duma investigação muito mais cuidadosa.

Assimilando o efeito da plasticidade a um amortecimento, teríamos depois de atingida a cedência (cf. Fig. 3).

$$(36) \qquad \ddot{x} \cong -n^2 x \cong -\gamma_c \cos nt,$$

expressão que comparada com (15) dá

$$(37) \qquad \gamma/2k = \gamma_c \qquad \text{donde} \qquad k = \gamma/2\gamma_c.$$

Para os edifícios habituais (N variando de 4 a 9) as fórmulas (32) e (33) dão $\gamma_c/\gamma \cong 0{,}1$ que corresponde portanto a $k = 5$.

Tínhamos admitido anteriormente (*Machado*, 1961) que se deveria fazer $k = 1$, valor que conduz a resultados muito mais severos.

6. CONCLUSÕES

Da análise feita, conclui-se que os fenómenos de plasticidade ajudam consideràvelmente a resistência anti-sísmica. Os materiais a utilizar têm de ser porém susceptíveis de escoamento plástico, repetido e alternado, sem atingirem a rotura (as deformações plásticas sendo várias vezes maiores do que a máxima deformação elástica).

Entre os materiais correntes, só os metais é que possuem uma ductilidade que satisfaz a esta condição.

Nas estruturas deste tipo, a resistência parece diminuir quando aumenta o número N de andares. Para resistir a terramotos de intensidade 9 1/2 e 10 1/2, os coeficientes sísmicos seriam $C = 0{,}025\sqrt{N}$ e $C = 0{,}05\sqrt{N}$, respectivamente.

Quer dizer que um edifício de 4 andares, calculado com o coeficiente 0,1, resistiria a um abalo de intensidade 10 1/2, e um edifício de 16 andares, nas mesmas condições, só resistiria à intensidade 9 1/2. Parece desejável contudo que o problema seja também investigado por meio de ensaios em modelo reduzido.

AGRADECIMENTOS

Estes estudos têm recebido considerável apoio do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. O autor deseja agradecer especialmente aos engenheiros Manuel Rocha e J. Ferry Borges as facilidades que lhe têm dispensado.

Os desenhos são devidos a D. S. Nunes.

REFERÊNCIAS

Alford, J. L., & G. W. Housner,
(1953) A Dynamic Test of a Four-Story Reinforced Concrete Building, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 43, pág. 7-16.

Borges, J. Ferry,
(1954) *O Dimensionamento de Estruturas.* Lab. Nac. Eng. Civil, Lisboa.

Clough, R. W.,
(1955) On the Importance of Higher Modes of Vibration in the Earthquake Response of a Tall Building, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 45, pág. 289-301.

Gutenberg, B., & C. F. Richter,
(1942) Earthquake Magnitude, Intensity, Energy, and Acceleration, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 32 pág. 163-191.
(1956) Earthquake Magnitude, Intensity, Energy, and Acceleration (Second Paper), *Bull. Seism. Soc. Amer*, vol. 46, pág. 105-145.

Hodge, P. G.,
(1959) *Plastic Analysis of Structures.* McGraw Hill, New York.

Housner, G. W.,
(1955) Properties of Strong Ground Motion Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 45, pág. 197-218.

Housner, G. W., R. R. Martel, & J. L. Alford,
(1953) Spectrum Analysis of Strong-Motion Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 43, pág. 97-119.

Jaeger, J. C.,
(1956) *Elasticity, Fracture and Flow.* Methuen, London.

Machado, F.,
(1961) Considerações acerca do Coeficiente Sísmico, *Técnica*, Ano 34, pág. 537-546.

Wood, H. O., & F. Neumann,
(1931) Modified Mercalli Intensity Scale of 1931, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, vol. 21, pág. 277-283.

D. G. Obras Públicas e Comunicações,
Ministério do Ultramar,
Lisboa

RESUMO

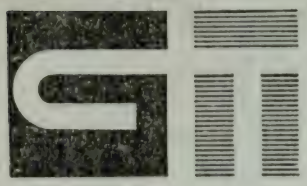
A ocorrência do escoamento plástico nos materiais de construção contribui muito para aumentar a resistência anti-sísmica das estruturas, havendo portanto necessidade de utilizar materiais com suficiente ductilidade. O coeficiente sísmico, para estes materiais, parece dever depender do número N de andares, podendo ser expresso pelas fórmulas $C = 0{,}025 \sqrt{N}$ ou $C = 0{,}05 \sqrt{N}$ para os edifícios resistirem a abalos de intensidade $9\,^1/_2$ e $10\,^1/_2$, respectivamente.

SUMMARY

Plastic flow in the structures of buildings appears to increase considerably the possibilities of resistance to earthquakes. But for this purpose the materials must possess the necessary ductility.

The seismic coefficient C depends probably on the number N of floors of the buildings. The formulae $C = 0.025 \sqrt{N}$ and $C = 0.05 \sqrt{N}$ are assumed to permit that buildings of ductile materials withstand earthquakes, respectively, of grades 9 1/2 and 10 1/2 in the Mercalli Scale.

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

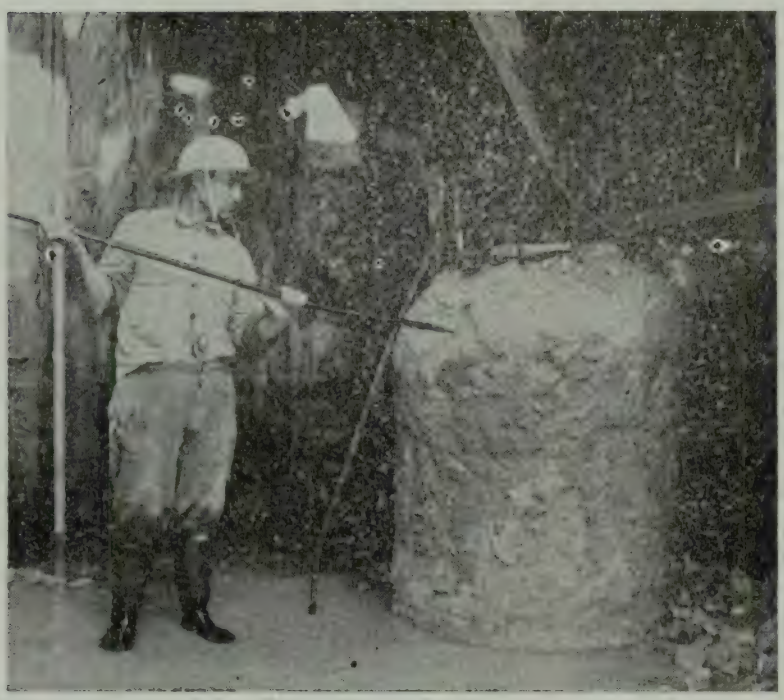


PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13 - 3.º - LISBOA

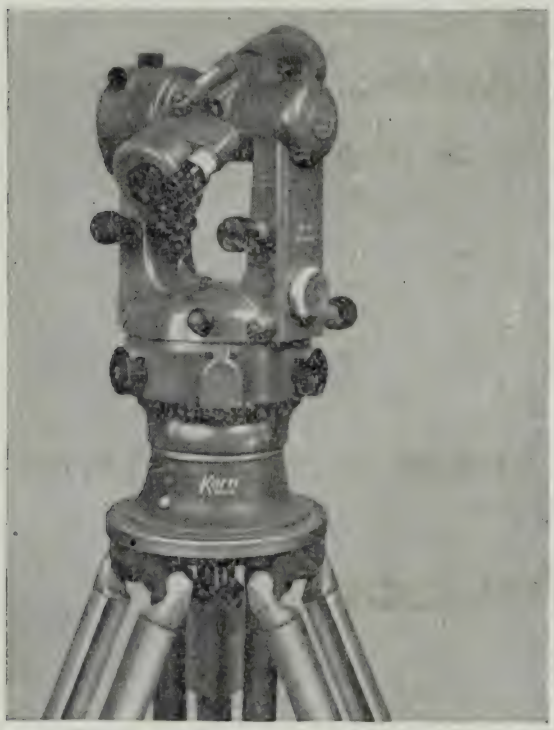
TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES • TRABALHOS MARÍTIMOS

PONTES E ESTRUTURAS



Estaca BENOTO com 1,00 m de diâmetro para fundação da torre do Silo da Sociedade Industrial Aliança — Caramujo (Cacilhas)



DK_RV

Um novo taqueómetro auto-reductor para mira vertical de maior precisão

Grande precisão: êrro médio de ± 3-5 cm/100 m.
Fácil leitura da mira: nenhuma curva, sòmente dois traços direitos de medição e leitura.
Leitura do circulo: exactidão de minuto sem micrómetro ou exactidão do segundo com micrómetro.
Outras caracteristicas: tripé de centragem, movimento do circulo com fixação expedita, iluminação electrica regulável.

O DK-RV é usado com vantagem sempre que com o emprego da mira vertical se pretende a precisão até hoje não atingida.

Kern & Co. S.A. Aarau Suiça

Representantes para Portugal:
E. de Azevedo Campos & Cia., Lda.
Rua Santo António, 137, Porto
Rua Antero de Quental, 17, Lisboa

Kern SWISS

Moldes deslizantes sistema

«SIEMCRETE»

CONSTRUÇÃO DE

SILOS
PILARES
CHAMINÉS
RESERVATÓRIOS ELEVADOS
CAIXAS DE ESCADA E DE ELEVADORES

Assistência técnica de SIEMENS - BAUUNION G. m. b. H. (Munique)

Licenciados em exclusivo para Portugal:

AGRO-MECÂNICA, LDA. — Rua Rodrigo da Fonseca, 62, r/c D.to — LISBOA 1

C. D. U. 624.042 : 624.073

A propósito do artigo «Cargas transmitidas pelas lajes armadas em cruz às vigas que as suportam

(método das bissectrizes)»

C. E. DE BARROS VIDAL
Eng.º Civil (I. S. T.)

No número 324 da «Técnica» (págs. 293 a 296) foi publicado um artigo, com o título transcrito em epígrafe, em que o seu Autor procura «encontrar um coeficiente de utilização prática que permitisse empregar os diagramas de carga trapezoidais e triangulares como se eles fossem rectangulares».

Animado do propósito de «contornar o inconveniente» de «admitirmos que as cargas transmitidas por as referidas lajes às vigas são as parcelas trapezoidais e triangulares obtidas tirando pelos vértices das lajes bissectrizes aos ângulos formados pelas vigas», estabelece um factor de carregamento K para momentos a meio vão das vigas de bordo, função da proporção entre os vãos das lajes adjacentes a essas vigas. Isso, evidentemente, para lajes rectangulares uniformemente carregadas.

Se designarmos por P a carga total actuante numa viga simplesmente apoiada de vão L, simètricamente carregada, o momento máximo verifica-se a meio vão e pode ser calculado pela expressão

$$M_v = K \frac{PL}{8}$$

em que K é o factor de carregamento tabelado pelo Autor do artigo em questão, não só para vigas apoiadas simplesmente como para vigas com vários graus de encastramento.

Também o momento de encastramento da mesma viga, igualmente carregada, suposta apoiada-encastrada ou bi-encastrada pode ser calculado pelo mesmo processo, mediante um factor de carregamento X, sendo então

$$M_a = X \frac{PL}{8}$$

Em «Poutres continues. Dalles à armature croisée», de J. Hahn, tradução do original em alemão («Durchlaufträger Rahmen und Platten») por R. Cron e J. Karwat (Ed. Dunod, Paris, 1960), encontram-se tabelas com o valor de X para 20 hipóteses de carga simétrica e 6 de carga assimétrica (Tabelas VI a VII F, págs. 192 a 198). Na mesma obra apresentam-se os factores de repartição da carga pelo processo seguido pelo Autor do artigo. Sendo Q a carga total suportada pela laje rectangular (uniformemente carregada) a parcela correspondente a cada bordo obtém-se por

$$P = v\,Q$$

em que v é o factor de repartição da carga (metade dos valores K_R da tabela apresentada, pelo Autor, na pág. 295).

Enquanto que os factores de carregamento para momentos nos apoios se revestem de muito interesse e comodidade para o cálculo de vigas contínuas e pórticos pelos métodos de Cross, Kani, etc., os de carregamento para momentos a meio vão não podem deixar de só constituirem um processo de cálculo do momento máximo a meio vão. Com efeito, quer estes quer aqueles, quando destinados ao cálculo de betão armado de uma viga, só constituem um processo de cálculo das ordenadas extremas do diagrama de momentos flectores, não se podendo então ignorar a forma do diagrama de momentos flectores correspondente à hipótese de carga real.

Os factores de carregamento referidos não permitem «empregar os diagramas de cargas trapezoidais e triangulares como se eles fossem rectangulares», mas sim, citando J. Hahn:

«La grandeur du coefficient de chargement n'est rien d'autre que la modification du moment — traduit en pourcentage — vis-à-vis de la même charge P admise comme répartie uniformement. Chaque cas de chargement será affecté d'un coefficient de chargement ramenant ainsi les

formules au cas de la charge uniforme: $P = pL$. P est donc toujours la charge totale, quelle que soit la forme sous laquelle se présente la charge».

Assim, os calculistas que «procuram contornar o inconveniente citado» — no dizer do Autor do artigo em questão — «baseando o seu cálculo em rectângulos de carga com alturas tais que produzam momentos sensìvelmenle iguais aos que se obteriam com as cargas triangulares e trapezoidais» cometem a substituição de diagramas a seguir evidenciada a propósito do cálculo da viga V2 do exemplo apresentado naquele artigo:

a) segundo o exemplo (pg. 296 da «Técnica» n.º 324)

$$P_1 = 1784 \text{ kgf m}^{-1} \qquad L = 4{,}0 \text{ m}$$

$$M_x = 892 \times (4{,}0 - x) \qquad \text{kgf m}$$

b) efectivamente:

$$p = 450 \text{ kgf m}^{-1} \qquad \text{uniforme}$$

$$s = 2000 \text{ kgf m}^{-1} \qquad \text{triangular}$$

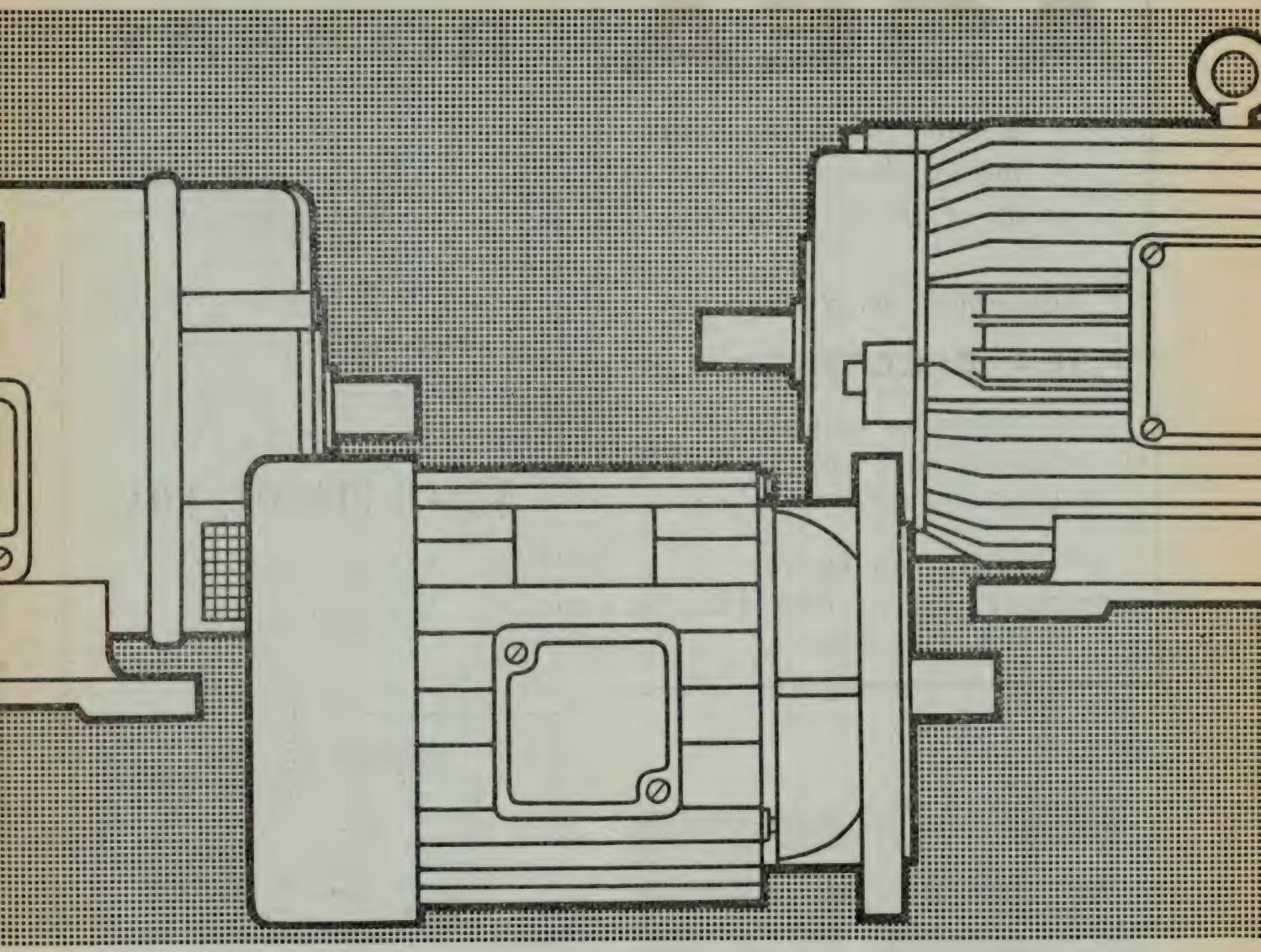
$$M'_x = 225 \times (4{,}0 - x) + 2000 \times \left(1 - \frac{x^2}{12}\right)$$

O quadro seguinte (que poderia ter sido calculado, por quem procurasse ainda maior simplicidade ou comodidade, recorrendo à obra de A. Kleinlogel, «Cálculo de las Estructuras Porticadas Hiperestáticas — Tomo IV — Términos de carga», Ed. Labor) permite comparar os momentos flectores a décimos do vão.

$\frac{x}{L}$	M_x	M'_x	$\frac{M'_x}{M_x}$
0,1	1284	1113	0,867
0,2	2284	2091	0,915
0,3	2997	2868	0,957
0,4	3425	3381	0,987
0,5	3568	3568	1,000

Reconhece-se que a aplicação do factor de carregamento K proposto pelo Autor conduz a momentos flectores superiores aos efectivos, o que por um lado representa um excesso de segurança e por outro lado um aumento do custo da peça, efectivamente pouco sensível nos casos mais comuns.

MOTORES ELÉCTRICOS



Motores blindados, porquê ?

porque o motor eléctrico precisa hoje, muitas vezes, de ser usado em ambientes húmidos, poeirentos, ao ar livre . . .

porque o motor blindado é de aplicação universal — serve em todas as situações ! . . .

porque já não é um motor caro, mas um produto de **alta qualidade,** com elevado grau de protecção (P 33).

MOTRA ENAE **SIEMENS**

REPRESENTANTES E DISTRIBUIDORES

SIEMENS

COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.

LISBOA • AV. ALMIRANTE REIS, 65 PORTO • R. DAS CARMELITAS, 12

ASEA

a maior fábrica de equipamentos eléctricos industriais da Europa Setentrional

Representada em Portugal pela

ASEA ELÉCTRICA L.DA

SEDE EM LISBOA:

RUA DE ARTILHARIA UM, 104, 4.º-DT.º

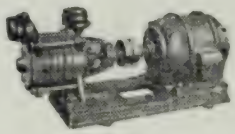
TELEFONES: P. P. C. 68 90 17/8/9

FILIAL NO PORTO:

RUA DO CAMPO ALEGRE, 144 • TELEFS.: P.P.C. 6 21 06/7

END. TELEG.: "ASEAPORT"

BOMBAS

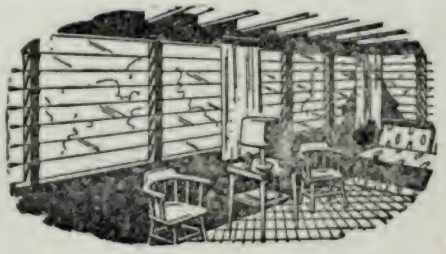


Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA



As janelas de lâminas articuladas

NACO SUN SASH (R)

São preferidas pelos Arquitectos, Construtores e Mestres de Obras em mais de 100 Países do Mundo inteiro... pelas inúmeras vantagens que oferecem, tais como: **Perfeita ventilação mesmo quando chove e... 100 % de luz – Construção sólida – Vedação às intempéries – Fácil limpeza – Visibilidade absoluta – Silenciosas, etc. – Indicadas para Hospitais, Fábricas, Escolas, Escritórios, Habitações, etc.**

(R) MARCA REGISTADA

Peçam folhetos ilustrados e demonstrações gratuitas aos

Representantes Exclusivos

ecomar

empresa comercial do ultramar, Lda.

R. de S. Julião, 62-2.º - Telefs. 327918 - 320174 - Lisboa

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsaveis:

J. M. Viegas Gonçalves, A. Romão Dias J. F. Gomes de Pina, F. G. Knopfli Batoreu, J. L. F. Sousa Oliveira

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 621.039.8

Primeira reunião dos especialistas do C. S. A. sobre a utilização dos radioisótopos — *J. L. R. Martins.*

Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, 5-6-960, vol. 1, tomo 1, págs. 124.

C. D. U. 621.039.9 : 656.6

Vantagem do uso da prata radioactiva no estudo do transporte sólido no mar — *A. C. Gibert.*

Laboratório Nacional de Eng. Civil, Janeiro de 1958 vol. 1, tomo 1, págs. 12.

C. D. U. 669.3.018.2 — 462

The Strength of copper tubes and cylinders.

C. D. A., 1958, vol. 1, tomo 1, págs. 47.

C. D. U. 669.35 — 426

Brass, bronze and other copper alloy and wire products.

C. D. A., 1958, vol. 1, tomo 1, págs. 48.

C. D. U. 669.37

Copper and its Alloys in engineering and technology.

C. D. A., 1957, vol. 1, tomo 1, págs. 92.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 002 : 69/72

Fundamental aspects of transmission of knowlegde.

Building Research and Documentation-CIB, 1961; pág. 359-404.

C. D. U. 301.16

La descentralizacion en la direccion de la empresa — V - Relaciones humanas — *S. S. J. Rubio.*

Anales de Mecânica y Electricidad, 7-8-962, vol 39, n.º 4, pág. 184-193.

C. D. U. 333.32 (213)

Mass housing in rapidly developing tropical and subtropical areas.

Building Research and Documentation-CIB, 1961, pág. 248-312.

C. D. U. 338.933

L'analyse de rentabilité par le graphique du point mort — *Jane Aubert-Krier.*

Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 1, pág. 26-54.

C. D. U. 378.962

Riforma della preparazione professionale dell'Ingegnere — *Agostino Capocaccia.*

Studi sur lavor, 3-962, n.º 18, pág. 57-63

Aglomerado Negro de Cortiça

... o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

IŞOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

A Amoníaco Español, S. A., vai construir em Málaga, Espanha, uma enorme fábrica de adubos azotados. A responsabilidade deste projecto para a produção de vasta gama de adubos sintéticos incluindo amoníaco obtido pelo moderno processo de reformação de nafta a alta pressão da Imperial Chemical Industries, Ltd., foi conferida à M. W. Kellogg e a uma sua subsidiária. Este projecto marca o primeiro empreendimento da Amoníaco, companhia recentemente formada pela Esso e capitais espanhóis.

Uma vez completada, no verão de 1964, esta fábrica produzirá grandes quantidades de amoníaco anidro, solutos azóticos, sulfato de amoníaco, nitrato de cal, e sais duplos. O objectivo principal será o da produção de amoníaco numa média de 300 toneladas métricas por dia, utilizando o moderno processo reformador da ICI em que se faz reagir nafta com vapor para obter hidrogénio. Esta fábrica produzirá além disso ácido nítrico e nitrato de amoníaco como produtos intermediários.

A Kellogg proporcionará também vastas facilidades de manutenção, incluindo instalação geradora de vapor, sistema refrigerador por circulação de água, cisternas de armazenagem para produtos líquidos, dependências de armazenagem para produtos sólidos, facilidades de empacotamento e embarque, além de edifícios de administração.

Esta nova fábrica irá levar grandes benefícios à economia da Espanha em várias zonas importantes. Um aumento na produção nacional de adubos necessários substancialmente reduzirá a necessidade de importar materiais e assistirá na retenção de divisas estrangeiras. Um aumento na disponibilidade de adubos azotados nacionais irá grandemente contribuir também para um aumento na colheita cerealífera, por cada hectare de terreno.

Kellogg International Corporation

KELLOGG HOUSE · 62-72 CHILTERN STREET · BAKER STREET · LONDRES W1.

Subsidiária de THE M. W. KELLOGG COMPANY NOVA IORQUE

Estabelecimentos de outras Companhias Kellogg em:
Buenos Aires · Caracas · Düsseldorf · Paris · Rio de Janeiro · Toronto

C. D. U. 511.1

Sistema de numeración en base variable — *Albino Medaucrich.*
Ciência y Técnica, 7-8-961, vol. 130, n.º 655, pág. 188-202.

C. D. U. 530.12.001.1

A Model With Multipole — Type Ghosts — *K. L. Nagy.*
Acta Physica, 1962, vol. 14, n.º 1, pág. 11-14

C. D. U. 532.532.001.57 : 626.8
532.533.5.001.57 : 626.8

Behaviour of some spillways in irrigation structures.
Tecnical Paper, n.º 166. LNEC, 1961, pág. 10.

C. D. U. 534.014.1 : 624.074.3

Natural Vibration of a Bar under Axial Force, Taking the Effect of Shear in Consideration — *J. Szidarovsky.*
Acta Technica, 1960, vol. 31, n.º 3-4, pág. 261-268.

C. D. U. 539.433 : 621.165.002.2

Problemas de resistência y de oscilaciones en la construcción de turbinas de vapor — *H. J. Thomas.*
La AEG al día, 1961, n.º 1, pág. 26-37.

C. D. U. 543.34.226.002.2

Nuevo procidimiento para fabricar sulfato amónico — *Angel Vian Catuño.*
Revista Industrial y Fabril, vol. 14-16, n.º 153, pág. 296-302.

C. D. U. 545.82 : 669

The spectrographia Analysis of Alloys by a solution Atomisation technique — *R. A. Bingham.*
Metallurgia, 10-961, vol. 64, n.º 384, pág. 199-208.

C. D. U. 548.4 : 778.23

Topogrammas à projection de dislocations — *A. E. Jenkinson.*
Revue Technique Philips 23, 61-962, vol. 23, n.º 6 pág. 206-213.

C. D. U. 549.752.143 : 543.6

Chemical Analysis of Monagite Sand — *Dr. F. Habashi.*
Metallurgia, 5-962, vol. 65, n.º 391, pág. 255-256.

C. D. U. 552.323 6 (673.6)

Intrusões Kimberliticas da Lunda — *F. Real.*
Memória n.º 5 (Série Nova), Serviços Geológicos de Portugal, 1959, pág 113.

C. D. U. 620.17

Nouvelle méthode pour le calcul de poutres Vierendeel à montants relativement élastiques — *P. Csonka.*
Acier-Stahl-Steel, 1962, n.º 2, pág. 60-62.

C. D. U. 620.193

La lutte contre la corrosion du matériel des usines marémotrices — *S. Licheron.*
La houille blanche, 1962, n.º 2, pág. 166-171.

C. D. U. 620.197.62
620.197.22

Protection des constructions métalliques contre la corrosion.
Acier-Sthahl-Steel, 1961, n.º 6, pág. 297-305.

C. D. U. 620.197.5

Mésures électrochimiques appliquéess à l'étude de la protection cathodique des ouvrages de la Rance — *R. Legrand et M. Lambert.*
La houille blanche, 1962, n.º 2, pág. 179-195.

C. D. U. 621.039.517.5 : 62-713.004.6

Investigation on PWR pump-failure accidents — *Granberg, T. A.*
Asea Research 7, pág. 189-202. Västeras, Sweden, 1962

C. D. U. 621.039.54.001.57 : 532.529

Heat-transfer experiments on a fuel-element model – *Bengtsson, J. and Skygge, C. G.*
Asea Research 7, pág. 81-98. Västeras, Sweden, 1962.

C. D. U. 621.18-53 : 621.311.153.2

De la possible compensación de carga en la red eléctrica con calderas de circulación forzada — *W. Abendroth.*
La AEG al día, 1961, n.º 1, pág. 106-119.

C. D. U. 621.182 : 621.311.22

Contribución al problema del consumo proprio de instalaciones de calderas en grandes centrales térmicas vapor — *R. Boese.*
La AEG al día, 1961, n.º 1, pág. 89-105.

C. D. U. 621.221.001.2

Eléments nouveaux dans le calcul des cycles des usines marémotrices — *M. Gauthier.*
La Houille Blanche n.º 2, 1962, pág. 269-275.

C. D. U. 621.224.001.5

Etude des fluctuations de vitesses observées sur le modèle réduit de la Rance — *R. Bonnefille et M. Jeannel.*
La Houille Blanche n.º 2, 1962, pág. 209-224.

C. D. U. 621.224-55 : 621.311.161

Adaptation du comportement dynamique des régulateurs de turbines hydrauliques pour le réglage de réseaux — *Bloch H.*
Brown Boveri, t. 47 (1960), n.º 10-11, pág. 750-757, 9 figuras.

C. D. U. 621.311.176

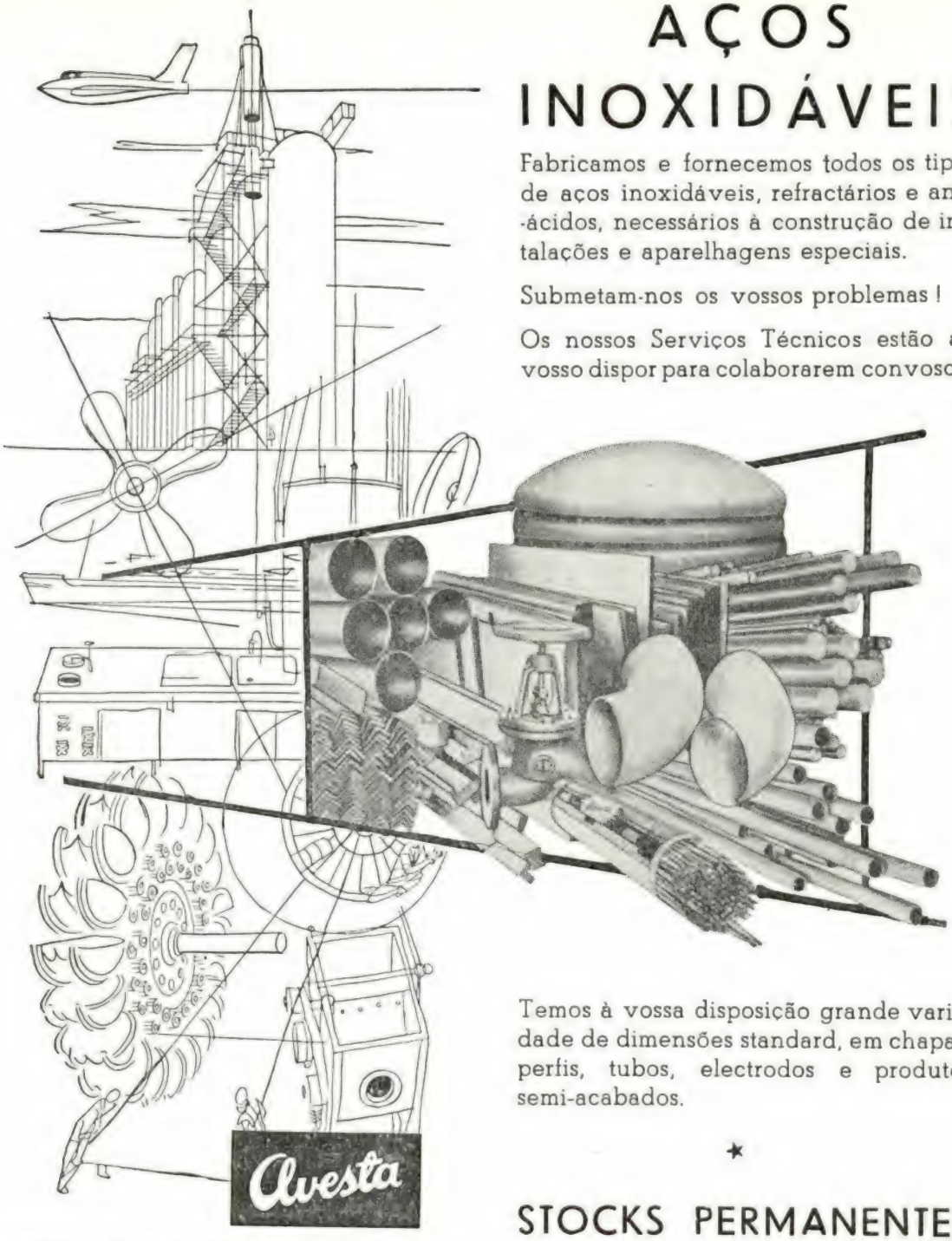
Miniaturization Applied to Control Rooms in Thermal Power Stations — *Max Friebel, Horst Kaltenecker, Hans Siems.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.º 2, pág. 56-66.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.311.21.003 (81)

Aspectos do problema económico-financeiro do aproveitamento hidro-eléctrico do Funil — Brasil — *J. de A. Lima.*

Electricidade, 7-9 962, n.º 23, pág. 216-225.

C. D. U. 621.311.22 (43)

Extensions to Gerstein Power Station — *Sven Keller, Günther Schavenburg.*

Siemens Review, 1962, vol. 29, n.º 10, pág. 354-360.

C. D. U. 621.311.28 : 621.386.1

Groupes électrogènes pour l'alimentation en courant des appareils à rayons X — *Günther Jäger.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 321-323, 5 figuras.

C. D. U. 621.311.4 : 539 1

Installation d'alimentation et sa commande — *A. J. H. Schäfer.*

Bulletin Oerlikon, 12-961, n.º 346-347, pág. 106-114.

C. D. U. 621.311.62/8 : 656.257

Power Supplies for Track Diagram Interlocking Plants — *H. Schalke.*

SEL-Nachr. 8 1960), n.º 3, pág. 121-124.

C. D. U. 621.313.332 : 621.365.5

The asynchronous machine as a generator for induction heating — *Svantesson, E.*

Asea Journal 35 (1962) : 11-12, pág. 170-173.

C. D. U. 621.315.2 : 678.771.25 : 629.21

Advantages of Marine Cables with Butyl Rubber Insulation — *Horst Hübner.*

Siemens Review 28 (1961), pág. 415-417, 3 figuras.

C. D. U. 621.315.2.027.7

Cables très haute tension alternative — *J. M. Oudin.*

Mécanique-Électricité, 3-961, vol. 45, n.º 142, pág. 59-61.

C. D. U. 621.316 — 7.18.5 : 621.313.333

Le réglage de la vitesse des moteurs asynchrones par l'équipement Regacec — *P. Bertrand, M. Delforge, J. L. Fanuel.*

ACEC Revue, 1962, n.º 4, pág. 32-39.

C. D. U. 621.316.13.017.2

Nouveau mode de calcul des pertes ohmiques dans les reseaux — *E. Berard.*

Energie, 6-9-961, n.º 156, pág. 125-132.

C. D. U. 621.316.313

Méthodes d'étude des réseaux électriques — *Faessler E.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 5-6, pág. 313-320; 2 figuras, 1 tabela, 13 referências bibliográficas.

C. D. U. 621.316.541-213.44

Flameproof Cable Couplings for Use in Gassy Mines — *Kurt Wulsten.*

Siemens Review 26 (1959), pág. 286-288; 7 figuras.

C. D. U. 621.316.722.1

Stabilisateurs et régulateurs de tension de réseau — *Nylund, B.*

Asea-Revue 33 (1961) : 5, pág. 181-183.

C. D. U. 621.316.727.077.3

El condensador Sincrono de torrente — *I. Kariger.*

Electricidade, 10-12-962, vol. 24, pág. 310-321.

C. D. U. 621.317.087.252

Estroboscopios de destello con luz blanca — *J. Kirschning.*

La AEG al día, 1961, n.º 2, pág. 312-316.

C. D. U. 621.317.2 : 531.784

Innovations dans la construction d'installations d'électro dynamomètres — *H. Müller.*

Bulletin Oerlikon, 10-962, n.º 341, pág. 89-96.

C. D. U. 621.317.39 : 531.77

Contrôleur de vitesse de rotation commandé en fonction de la fréquence et réalisé à l'aide d'éléments Simatic — *Herbert Lemnitz et Helmut Müller.*

Revue Siemens 18 (1962), pág. 222-225; 4 figuras, 1 tabela.

C. D. U. 621.319.4 : 621.315.612.4

Ceramic — Dielectric Barrier — Layer capacitors — *W. Cirkler, H. Löbl.*

Siemens Review, 1963, vol. 30, n.º 3, pág. 110-117.

C. D. U. 621.335.2 : 261.314.63

Locomotive à redresseur au silicium — *Malmsten, L.*

Asea-Revue 33 (1961) : 2, pág. 43-48.

C. D. U. 621.337 : 656.217

Automatic Switching for the Classification Yard in Silvis (USA) — *W Schmitz.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 3, pág. 131-137.

C. D. U. 621.365.5

30-ton induction furnaces for melting and holding iron — *Carlsson, S.*

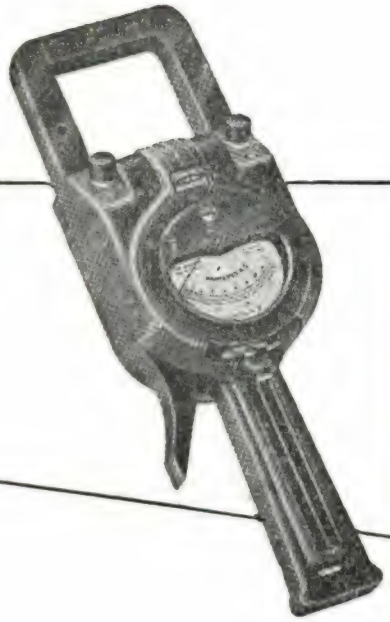
Asea Journal 34 (1961) : 12, pág. 215-221.

C. D. U. 621.375.4.07

Los sistemas binários de control — *António F. Trocóniz.*

Dyna, 4-961, vol. 36, n.º 4, pág. 227-235.

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL
AVENIDA DA LIBERDADE, 29-41 — LISBOA
160, RUA STA. CATARINA, 168 — PORTO

C. D. U. 621.382.2 : 546.28

La diode de grande puissance au silicium, construction Brown Boveri.

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 3-4, pág. 169-176; 7 figuras, referências bibliográficas.

C. D. U. 621.382.2 : 546.28

Utilisation et protection des diodes au silicium — *Faust, W.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 3-4, pág. 176-192; 16 figuras, 4 referências bibliográficas.

C. D. U. 621.391 : 621.395

High-Speed Transmission of Numerical Data Over Telephone Channels — *A. Girinsky.*

Electrical Communication, 1960, vol. 36, n.º 4, pág. 248-262.

C. D. U. 621.395.635.4 : 621.38

Electronic Translator for Nationwide Dialing — *Friedrich Licht.*

Siemens Review 27 (1960), pág. 165-166; 1 figura.

C. D. U. 621.791.75

Metallurgy of the weld metal and its surroundings — *W. P. Van den Blink.*

Science and Industry, 1962, vol. 9, n.º 4, pág. 21-32.

C. D. U. 621.791.75-52

La technique du soudage automatique à l'arc. — *Nobbe P.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 8-9, pág. 448-461; 8 figuras, 5 tabelas, 6 referências bibliográficas.

C. D. U. 621.791. 5-52

Les machines automatiques de soudage à usages multiples pour la recherche et pour la production — *Smarcan A. et Gerber.*

Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 8-9, pág. 430-438; 9 figuras.

C. D. U. 624.822.85

Contributii la calculul legăarelor axiale cu alunecare — *G. Manea ; M. R. Mustafa.*

Buletinul J. P. B., 4-6-961, vol. 23, n.º 11, pág. 97-124.

C. D. U. 622.8 (063)

Um simpósio sobre higiene e segurança no trabalho — Realizado nas minas do Pejão.

1961, pág. 155.

C. D. U. 69.024.3 : 624.042

Wind efects on roofs, with particular referance to flat roofs of lightweight construction — *F. G. Thomas.*

Building Research and Documentation — CIB, 1961, pág. 347.

C. D. U. 620.17 — 624.043

Longueur de flambage des diagonales en aciers ronds dans les poutres en treillis — *F. Resinger.*

Acier-Stahl-Steel, 1962, n.º 10, pág. 448-452.

C. D. U. 624.046.012.4

Resistência límite de piezas rectas de hormigón — *Osvaldo A. Gotusso.*

Ciência y Técnica, 11-12-961, vol. 130, n.º 657, pág. 332-351.

C. D. U. 624.073.11/12

Aplicação dos métodos de diferenças finitas à resolução de um problema de cálculo de placas — *João Poole da Costa.*

Binário, 1-960, n.º 16, pág. 25-32.

C. D. U. 624.131.43

Prediction of the consistency limits of soils and soil mixtures — *M. Pimentel Pereira dos Santos.*

L. E. M. M. S., de Moçambique, 1955, n.º 22.

C. D. U. 624.6

L'évolution dans la conception et l'étude des ponts métalliques à poutres en garde-corps et en particulier des ponts bowstring — *Roger De Smet.*

Acier-Stahl-Steel, 1960, n.º 12, pág. 545-556.

C. D. U. 625.62

Funiculaires et téléphériques automatiques — *G. L. Glauser.*

Bulletin Oerlikon, 10-960, n.º 341, pág. 82-88.

C. D. U. 624.131 431.3 : 627.824.3
624.131.439.5 : 627.824.3

Barragens de terra. Influência do teor de humidade na resistência ao corte — *V. Penalva Esteves.*

Memória n.º 156 LNEC, 1961, pág. 13.

C. D. U. 627.827.4.001.4

Observação de barragens de betão — *Eng. L. A. de Almeida.*

CATEC, 1962, n.º 7, pág. 59-86.

C. D. U. 628.14

Aportaciones al calculo de redes de distribucion de água — *Fernando Arcas Luque.*

Obras Públicas, 7-961, n.º 535-547.

C. D. U. 654.14.145 : 681.14-523.8

Long Distance Data Transmission over Telegraph Lines — *J. Lösch.*

SEL-Nachr. 9 (1961), n.º 1, pág. 14-23.

C. D. U. 656.212.5

Le regroupement des wagons dans les voies de debranchement — *M. N. I. Fjedotow.*

Bulletin de l'A. I. des chemins de fer, 10-961, vol. 38 n.º 10, pág. 807-47-822.

C. D. U. 656.254

Quelques considérations sur la répétition des signaux sur la locomotrice — *Dr. Ing. Matteo B. Civenci.*

Bulletin de l'A. I. des chemins de fer, 3-961, vol. 38, n.º 3, pág. 175-188.

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 326

Ano XXXVIII Março 1963

A. A. Carvalho Fernandes **UDC 621.38/39.001**

A evolução da Electrónica e das suas aplicações.

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 377-383.

A evolução dos dispositivos electrónicos fundamentais é apresentada com generalidade, dando-se atenção especial aos semicondutores e à electrónica quântica. Passam-se em revista as aplicações da electrónica nas telecomunicações e noutros domínios. Faz-se referência às actividades industriais em Portugal nos vários campos de aplicação da electrónica.

C. de Medeiros Portela **CDU 621.313.013.001**

Aplicação do método das analogias eléctricas ao estudo de alguns problemas relativos ao campo magnético das máquinas eléctricas.

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 385-408 — bibliografia.

Trata-se de um trabalho apresentado em Junho de 1960 para efeitos de doutoramento em engenharia electrotécnica, cujo tema geral corresponde ao título.
Os métodos expostos permitem calcular o campo magnético das máquinas eléctricas com aproximação bastante superior aos métodos correntemente usados. O trabalho está formalmente dividido em três capítulos
No cap. I estuda-se o método de analogias eléctricas e designadamente as condições «definição» e a aplicação a campos vectoriais em que a relação entre os dois vectores que o caracterizam depende do valor local desses vectores. Tal é o caso do ferro com saturação. Estabelece-se um método de aproximações sucessivas que, na generalidade dos casos, é ràpidamente convergente.

A. Tavares da Silva **CDU 543.41**

Análise Química por Fotometria de Chama.

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 419-430 — bibliografia.

Apresenta-se uma revisão das possibilidades analíticas da fotometria de chama, com especial referência aos erros e interferências a que este método está sujeito.

A. F. de Oliveira Falcão **CDU 536.212**

Resolução dum problema de condução de calor em regime não permanente em cilindros concêntricos.

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 409-418 — bibliografia.

Considera-se um fio metálico revestido duma camada isoladora, rodeado dum meio infinito, e estuda-se a subida de temperatura no metal, suposto de condutibilidade térmica infinita, quando nele se gera uma potência calorífica constante. A solução, obtida com o emprego do cálculo operacional, é apresentado sob a forma duma série, tanto mais ràpidamente convergente quanto maior o valor do tempo.

F. Machado **CDU 699 841.042.7 624.042.7**

Fenómenos Plásticos nas Vibrações Sísmicas.

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 431-438 — bibliografia.

A ocorrência do escoamento plástico nos materiais de construção contribui muito para aumentar a resistência anti-sísmica das estruturas, havendo portanto necessidade de utilizar materiais com suficiente ductilidade. O coeficiente sísmico, para estes materiais, parece dever depender do número N de andares, podendo ser expresso pelas fórmulas $C = 0{,}025\sqrt{N}$ ou $C = 0{,}05\sqrt{N}$ para os edifícios resistirem a abalos de intensidade 9 1/2 e 10 1/2, respectivamente.

C. E. de Barros Vidal **CDU 624.042 : 624.073**

A propósito do artigo «Cargas transmitidas pelas lajes armadas em cruz às vigas que as suportam».

Técnica 326 — XXXVIII — 3. 1963 pág. 439-440.

Fazem-se algumas considerações sobre o artigo publicado no número 524 da «Técnica» (pág. 295 a 296) indicando as aproximações que tal método implica.

Summaries of articles published in «Técnica» No. 326

XXXVIII — 3. 1963

C. de Medeiros Portela UDC 621.313.013.001

Aplication of the electrical analogy method for the study of several problems concerning the magnetic field in electric machines.

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp 385 to 408 — bibliography.

This is a work presented by the author for his doctorship in electrotechical engineering, in June 1960.
The methods presented alow the estimation of the magnetic field in electric machines with approximation very much superior to the methods usually employed.
The work is formally divided into three chapters.
Chapter I — It concerns the method of the electric analogies and, specifically, the conditions of «definition» and its application to vectorial fields in which the relation between the two vectors characterizing the field depends on the local value of these vectors. This is the case of the iron with saturation. The author sets up a method of sucessive approximations wich for the most part of the cases is quickly convergent.

A. A. Carvalho Fernandes UDC 621.38/39.001

The evolution of electronics and their applications.

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp 377 to 383.

The evolution of the fundamental electronic devices is reviewed from both scientific and the industrial standpoints, special emphasis being given to semi-conductors and quantum electronics. The application of electronics in telecommunications and other fields is also reviewed with a special reference to industrial activities in Portugal.

A. F de Oliveira Falcão UDC 536.212

Solution of a non-stationary heat conduction problem in concentric cylinders.

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp 409 to 418 — bibliography.

The author considers a metallic wire *coated with* an insulating layer in an infinite medium and studies the temperature rise in the metal, assumed to have an infinite thermal conductivity, under a constant heat power. Using the operational calculus, a solution is obtained under the form of a series which converges all the more rapidly the higher the value of time.

A. Tavares da Silva UDC 543.41

Chemical Analysis by Flame Photometry.

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp 419 to 430 — bibliography.

The analytical possibilities of flame photometry are reviewed, with special reference to errors and interference effects and methods for their overcoming. A list of 92 references is included.

C. E. de Barros Vidal UDC 624.042 : 624 073

About the article «Loads transmitted by cross reinforced slabs to the beams that support them».

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp 439 to 440.

Some considerations about the article published in «Técnica» no. 324 (pp 293 to 296) and the approaching inerent to the exposed method are referred.

F. Machado UDC 699.541.042.7
624.042.7

Plastic phenomenon in earthquake vibrations.

Técnica No. 326 — XXXVIII — 3. 1963 pp. 431 to 438 — bibliography.

Plastic flow in the structures of buildings appears to increase considerably the possibilities of resistance to earthquakes. But for this purpose the materials must possess the necessary ductility.
The seismic coefficient C depends probably on the number N of floors of the buildings. The formulae $C = 0.025 \sqrt{N}$ and $C = 0.05 \sqrt{N}$ are assumed to permit that buildings (of ductile materials) withstand earthquakes, respectively, of grades 9 1/2 and 10 1/2 in the Mercalli Scale.

Polyken®

EXPERIENCED IN MODERN PROTECTIVE COATING

moderno revestimento anticorrosivo

para todos os diametros de tubagem

213

Representantes:

SOC. COMERCIAL LUSO ITALIANA. LDA

Av. Fontes Pereira de Melo
15-2º Lisboa telef. 538980 538989

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivoli" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANTE L. VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA-GANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61-1

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S BENTO, 644-3.º

Telefones: 867165/6/7 ✦ Telegramas: SETANSOL

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

SONDAGENS E FUNDAÇÕE A. CAVACO LDA.

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA 62 R/C • LISBOA
TELEF. 53873-45451-57751-59562

EM TODOS OS TRABALHOS

DE GRANDE RESPONSABILIDADE

UTILIZE

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM
ALHANDRA

ADMINISTRAÇÃO
EM LISBOA

RENOLD

a maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão

oferece

260

séries de transmissões por corrente até 140 cv. em 25 relações de velocidades

Para informações técnicas e fornecimentos consulte—

HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO
38 Rua de Ceuta, 48
Telef.: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA
14 Largo do Corpo Santo, 18
Telef. 24823

RENOLD CHAINS LIMITED • MANCHESTER

REPRESENTANTES EM TODO O MUNDO

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS
pelo Prof. Herculano de Carvalho
Preço 90$00

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado
por Fernando Vasco Costa
4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por João d'Arga e Lima
Preço 140$00

TOPOGRAFIA GERAL
pelo Eng.º A. C. Xerez
1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada
Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA
pelo Eng.º Armando C. Lencastre
Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão
Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês
Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"
Desconto: 10 % aos assinantes

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **Austin — J. J. Gonçalves, Sucr.**
R. Alexandre Herculano, 4 — Lisboa

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Agro-Mecânica**
R. Rodrigo da Fonseca — Lisboa

— **Construções Técnicas, Ld.ª**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, Lote 3, 5.º D. — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **PROMEC — Sociedade Comercial de Máquinas e Equipamentos**
Av. Duque de Loulé, 75-6.º E. — Lisboa — Telefones: 73 34 63/73 35 81/73 36 14.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **SMEIA**
Av. Padre Manuel da Nobrega, 8-B-1.º

ESTORES

— **Estores Sunway**
Avenida General Roçadas, 98-C e D — Lisboa — Tel. 83 54 35

— **NACO SUN SASH — Janelas de lâminas articuladas — ECOMAR**
R. de S. Julião, 62-2.º

FUNDAÇÕES

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sociedade Construtora Portuguesa, Ld.ª**
Praça do Areeiro, 9-4.º E. — Lisboa 1 — Tel. 72 60 61 e 72 99 11.

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Emílio de Azevedo Campos, Ld.ª — Kern**
R. Antero de Quental, 17

— **Papelaria Fernandes — S.A.R.L.**
L. do Rato, 13 — Lisboa — Tel. 68 21 31/39.
R. do Ouro, 145 — Lisboa — Telef. 2 83 61 e 2 60 66

— **Pimentel & Casquilho**
R. Jardim do Regedor, 24, 2.º
Lisboa-2 — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa — Tel. 4 78 24 - 4 16 97.

ISOLAMENTO TÉRMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

MOBILIÁRO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
R. de S. Mamede ao Caldas, 22-3.ª — Lisboa — Tel. 85 71 65/7.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª**
Alverca

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Soc. Louis de Roll — Representante Socotel**
R. Sá da Bandeira, 651-4.º — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TÉCNICA**
Av. Rovisco Pais.

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **EFACEC — Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas**
S. Mamede de Infesta.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António Augusto de Aguiar, 66 — Lisboa.

— **Siemens — Comp. de Electricidade, S. A. R. L.**
Lisboa — Av. Almirante Reis, 65
Porto — R. das Carmelitas, 12.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld.ª — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Electrotécnicos Reunidos, Ld.ª**
Lisboa

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **English Eléctric de Portugal, Limitada**
R. Cascais, 47 (Alcântara) — Lisboa 3.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Sociedade Portuguesa do Ar Líquido**
R. da Quinta do Almargem, 14 — Lisboa — Tel. 63 71 36.
R. de Justino Teixeira, 617 — Porto — Tel. 5 00 31.

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18.

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

APARELHOS DE ELEVAÇÃO

— **PROMEC — Soc. Comercial de Máquinas e Equipamentos**
Avenida Duque de Loulé, 75-6.º Esq. Lisboa — Tel. 73 34 63/73 35 81/73 36 14.

— **Sanfer, Ld.ª**
Rua S. Julião, 41-1.º — Lisboa — Tel. 32 60 89.

MÁQUINAS FERRAMENTAS

— **Georges Fischer — Soc. An. — Suíça — Representantes — Soc. Romar.**
R. da Boa Vista — Lisboa

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 73 53 07-Lisboa 1

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **RENOLD**
Harker, Sumner & C.ª, Ld.ª
Largo do Corpo Santo, 14-18 — Lisboa.
Rua de Ceuta, 38-48 — Porto.

ESTUFAS

— **Monterroso & C.ª, Ld.ª — Electro-Helios**
R. do Campo Alegre, 606 — Porto
Av. Miguel Bombarda, 59-B — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Georges Fischer — Soc. An. — Suíça — Representante Soc. Romar**
R. da Boa Vista — Lisboa

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

BORRACHAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

COLAS

— **Araldite**

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.

— **Kellogg International Corporation**
62/72 Chiltern Street – Baker Street
London W. 1, England

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar — Tel. 93

LUBRIFICANTES

— **B. P.**

— **SONAP**

— **Silicones — Wacker — Chemie G. M. B. H. Química Hoechst, Lda.**
Av. Duque de Avila, 169-1.º — Lisboa

REVESTIMENTOS

— **NEODON — Agência Comercial, Limitada**
Travessa do Loureiro, 3 — Lisboa — Tel. 4 90 54

— **POLYKEN — Sociedade Comercial Luso-Italiana, Lda.**
Avenida Fontes Pereira de Melo, 15-2.º — Tel. 53 89 80 e 53 89 89

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua do Jardim do Regedor, 24, 2.º — Lisboa
Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Hidrel — Técnica de Hidráulica e Electricidade**
Rua do Alecrim, 47-B — Lisboa

VÁLVULAS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5 - Lisboa - Tel. 3 17 10 — 3 17 18 — 3 17 19.
Pr. D. João I, 25-1.º — Porto — Tel. 2 47 71.

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 47964-4 79 93-4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 66

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Electricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

— **SOABAL — Sociedade de Aços para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

BETÃO

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

— **Sociedade Comercial Romar, Lda.**
Rua da Boa Vista, 83, 1.º D. — Lisboa

BETAO ARMADO

— **SOABAL — Sociedade de Aço para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 — Lisboa 2 — Tel 32 82 01/2/3.

MOTORES DIESEL

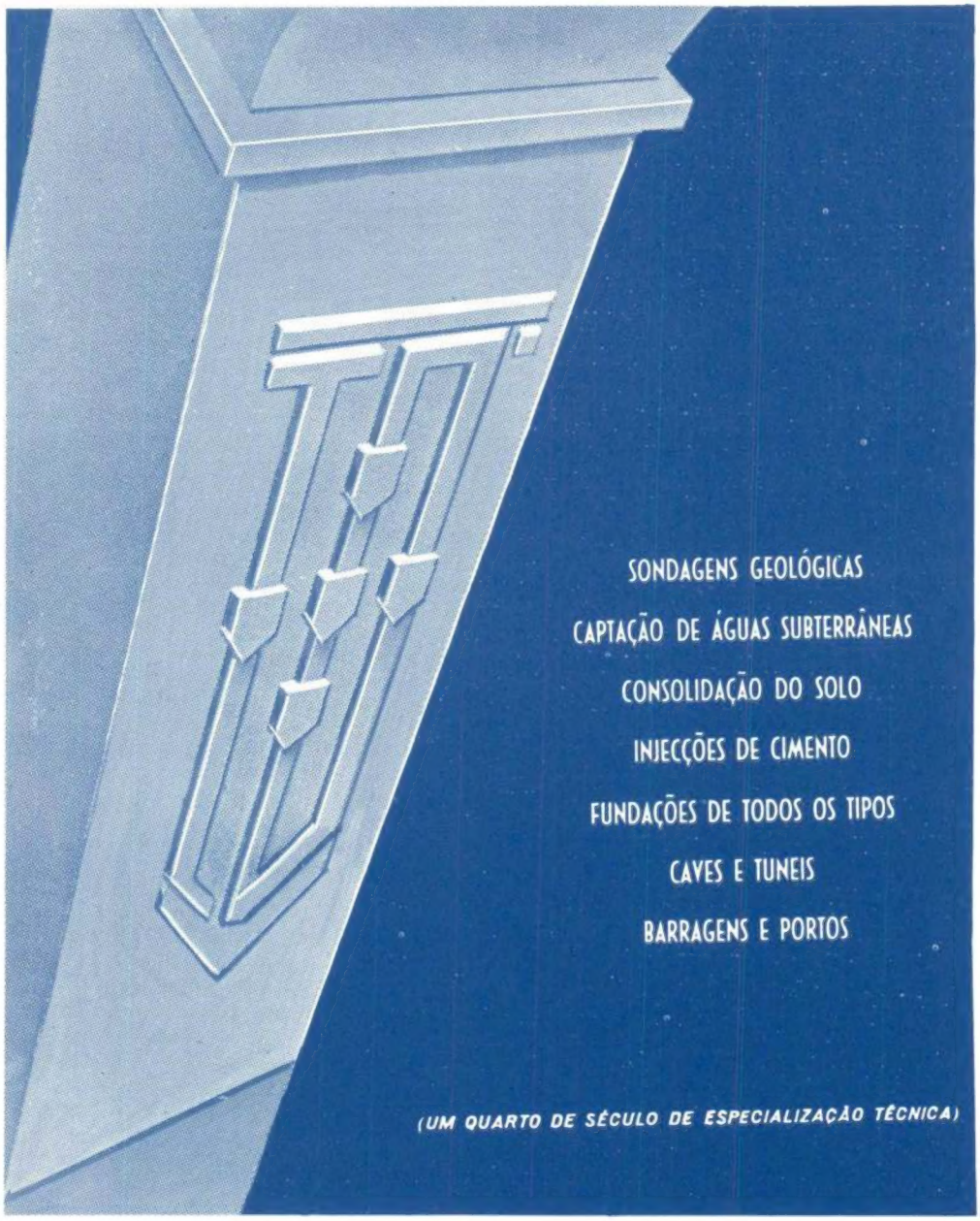
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

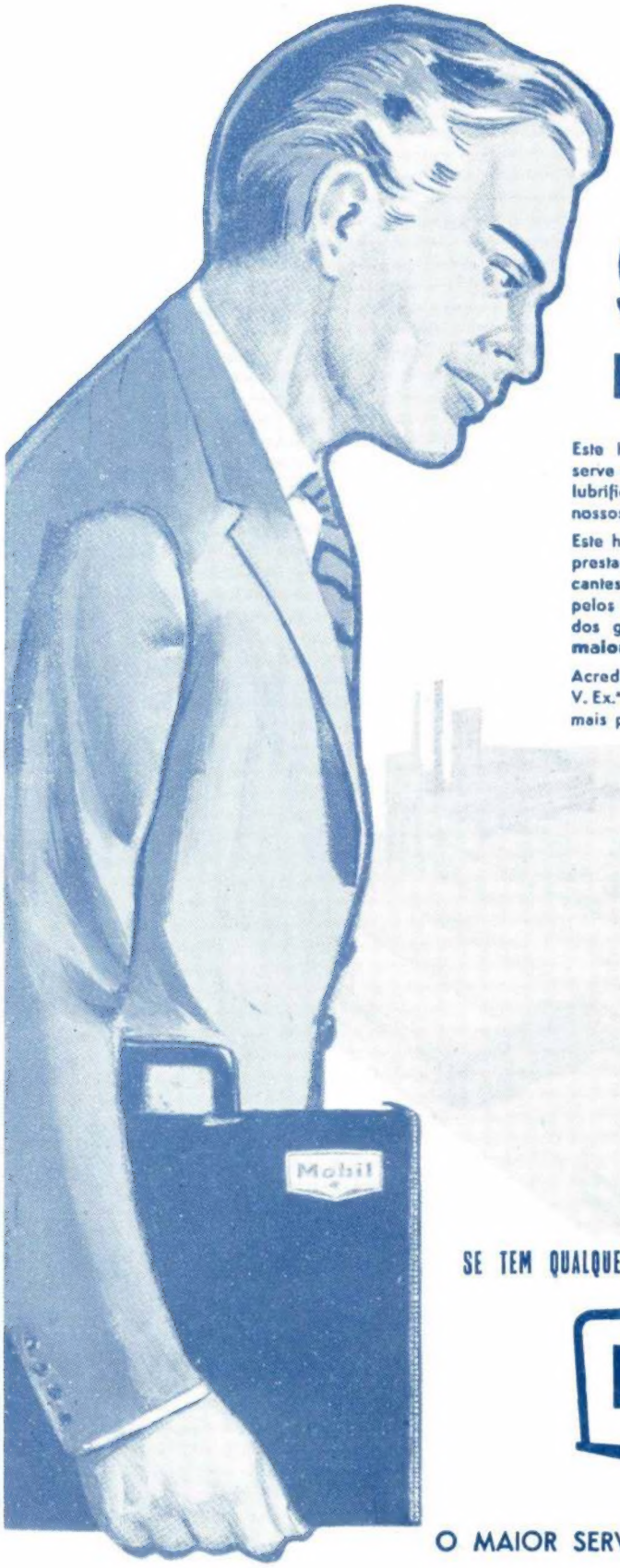
TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

LISBOA



Fotogravura
Armeis & Moreno, Lda.



UTILIZE MAIS DE 90 ANOS DE EXPERIÊNCIA

Este homem representa a Mobil, uma companhia que serve a indústria desde 1866... que forneceu os primeiros lubrificantes para muitas das maravilhosas máquinas dos nossos dias.

Este homem é apoiado por produtos com maior tempo de prestação de serviço do que quaisquer outros lubrificantes... por competentes engenheiros da especialidade... pelos laboratórios melhor organizados... pela assistência dos grandes construtores de máquinas... enfim, **pelo maior serviço de lubrificação do mundo!**

Acreditamos que um homem com tal apoio pode ajudar V. Ex.ª a aumentar a eficiência das suas máquinas — a tornar mais proveitosa a sua laboração. Por que não o consulta?

SE TEM QUALQUER PROBLEMA DE LUBRIFICAÇÃO CONSULTE-NOS

Mobil

3480

O MAIOR SERVIÇO MUNDIAL DE LUBRIFICAÇÃO